 Fuss

Grundzüge der Geologie.

Für

den Schul- und Selbstunterricht

bearbeitet

von

Konrad Fuß.

Mit in den Text gedruckten Abbildungen.

Nürnberg.

Verlag der Friedrich Kornschen Buchhandlung.

1894.

Empfehlenswerte Werke aus dem Verlage der
Friedr. Kornschen Buchhandlung in Nürnberg.

Der erste Unterricht in der Naturgeschichte.

Für Schule und Haus. Nach method. Grundsätzen bearbeitet von **K. Fuß.** Mit vielen Beobachtungs- und Uebungsaufgaben und zahlreichen Abbildungen. II. Auflage. Preis *M.* 3.50. In Originalband *M.* 4.—

Das Buch hat in der weitverbreiteten Zeitschrift **„Natur"** Nr. 32, 1892 eine sehr günstige Besprechung gefunden. Der in weiten Kreisen bekannte Herausgeber derselben, Herr Dr. Karl Müller in Halle, schreibt, nachdem er ausgeführt hat, daß die Bemühungen, naturwissenschaftliche Kenntnisse im Volke zu verbreiten, vielfach nicht von dem erwünschten Erfolg begleitet sind, folgendes:

„Um so erfrischender wirkt es dann aber auch, einmal wieder auf einen Mitarbeiter zu stoßen, der es sich jahrelang angelegen sein ließ, sich an und in der Natur selbst erst zu bilden, um nun das schwer Erlernte pädagogisch zu verwerten. Einen solchen Mitarbeiter finden wir in dem Verfasser des vorliegenden Buches, und darum sei es sogleich von vornherein ausgesprochen, daß sein Buch auf Grund des Vorstehenden, sowie auf Grund seines Inhaltes uns einmal wieder hoch erfreut hat. Nicht am Studiertisch ist sein Buch entstanden, sondern im regsten Verkehre mit Natur und Schule; und das spricht sich auf jeder Seite seiner Schrift aus, deren letztes schönes Ziel nur ist: „Die Schüler zu einer aufmerksamen Beobachtung der Natur und ihrer Glieder anzuregen", also nicht vollzupfropfen. Weiter kann und soll in der That der Lehrer nichts thun; denn in der Anregung allein gipfelt sein Erfolg. Ganz natürlich muß er dann aber auch die Wissenschaft bis zu einem gewissen Grade entsystematisieren, um die Keime des Gemütes um so tiefer zu pflegen. Die Wissenschaft als solche hat eben kein Gemüt, sondern nur Geist. Um jedoch aus diesem die Keime des Gemütes ersprießen zu lassen, dazu gehört eine Art Hebammendienst des Lehrers. Solcher Art ist Verfasser, der sich dabei auf die psychologische Grundlage der Herbart-Zillerschen Pädagogik stützt, ohne ihr sklavisch zu folgen. So führt er seine Schüler durch die 4 Jahreszeiten hindurch zu Feld, Garten, Wiese und Wald, um an einzelnem Sinnigkeit und Liebe in ihnen hervorzurufen; im Winter sogar in das Innere der Erde zu der Gewinnung des hier Verborgenen, so kommen Mineralogie, Pflanzen- und Tierkunde nacheinander zur Geltung . . . . Mit einem vortrefflichen Rückblicke faßt er das gewonnene Allgemeine zusammen und schließt nicht minder geschickt mit einem Blicke auf den menschlichen Körper . . ."

Lehrbuch der Physik und Chemie

für Volks-, Fortbildungs- und Töchterschulen.

Als Hilfsmittel für Lehrer und Lehrerinnen, sowie zur Selbstbelehrung bearbeitet von

Konrad Fuß,

Kgl. Seminarpräfekt.

Mit vielen in den Text gedruckten Abbildungen.

Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage.

Preis 2,40 Mk.

Das vorstehend angezeigte Buch, das den Anforderungen Rechnung trägt, welche die neuere Pädagogik an den Unterricht in der Naturlehre stellt, will den Herren Lehrern die Vorbereitung auf diesen Unterrichtsgegenstand erleichtern und wird daher zu geneigter Abnahme bestens empfohlen.

Kleine Naturlehre für Schulen.

Ein Übungs- und Wiederholungsbüchlein für die Hand der Schüler

bearbeitet von

Konrad Fuß.

Mit vielen Beobachtungs- und Übungsaufgaben und zahlreichen in den Text eingedruckten Abbildungen. **Preis 50 Pfg.**

Wir halten dieses instruktive Büchlein zur Einführung in Volks-, Fortbildungs- und Töchterschulen bestens empfohlen.

Grundzüge der Geologie.

Für

den Schul- und Selbstunterricht

bearbeitet

von

Konrad Fuß.

Mit in den Text gedruckten Abbildungen.

Nürnberg.
Verlag der Friedrich Kornschen Buchhandlung.
1894.

Druck von E. Th. Jacob in Erlangen.

Vorwort.

Die zweite Auflage meiner „Grundzüge der Chemie“ enthielt in ihrem siebenten Abschnitt: „Die feste Erdrinde“, eine gedrängte Zusammenstellung des Wichtigsten aus der Geologie. Da die Kritik die Verbindung dieser Disciplin mit der Chemie beanstandete, so erscheint nun, nachdem eine Neuauflage des genannten Werkchens notwendig wurde, jener Abschnitt in etwas erweiterter Gestalt als selbständiges Heftchen unter dem Titel: „Die Grundzüge der Geologie“.

Die Geologie ist eine hochinteressante Wissenschaft und allgemeiner Beachtung im Schulunterricht wert. Sie belehrt uns über die tiefeingreifenden Veränderungen und Wandlungen, welche Luft, Wasser, innere Erdwärme und organisches Leben an der Erdoberfläche hervorbringen, und erschließt uns so einen Einblick in die wunderbare, nimmer rastende, Alles allmählich umgestaltende Thätigkeit der genannten geologischen Kräfte und Agentien. Die Geologie führt uns durch die verschiedenen Epochen der Erdentwicklung, macht uns mit der eigentümlichen Pflanzen- und Tierwelt dieser Schöpfungsperioden bekannt und verhilft uns so zu einer richtigen Ansicht und Vorstellung über Herkunft und Entstehung der in den Gesteinen eingeschlossenen Überbleibsel jener Tier- und Pflanzenformen, der Versteinerungen, welche selbst das gewöhnliche Volk lebhaft interessieren. Sie ist es, welche uns Aufschluß gibt über die Bildungsweise des Bodens, auf dem wir leben, über die innere Konstitution, den geognostischen Aufbau unserer Berge und Gebirge 2c.

Die Grundzüge dieser Lehren zum Verständnis zu bringen und zu weiterem Studium der Geologie anzuregen, ist Zweck des vorliegenden Schriftchens[1]). Der Stoff, den es bietet, wird in solchen Schulen, die besondere Unterrichtsstunden auf Geologie verwenden, leicht zu bewältigen sein; in anderen, die ihr keine Zeit zur Verfügung stellen, dürfte sich wenigstens ein großer Teil desselben in der Geographie und Heimatkunde, welche Disciplinen geologischen Belehrungen sehr viele, leicht aufzufindende Anknüpfungspunkte bieten, ja sie sogar in vielen Fällen (Höhlenbildungen, Quellabsätze, Thätigkeit der Flüsse, Vulkane, Erdbeben, geologische Verhältnisse der Heimat 2c.!) notwendig machen, verwerten lassen. Außerdem bietet sich das Büchlein allen Freunden der Geologie an. Es will sie anregen, den geologischen Erscheinungen und Vorgängen ihres heimatlichen Bodens Beachtung zu schenken, jenen Natursinn in ihnen wecken und fördern helfen, dem die Betrachtung und Durchforschung der Heimat auch nach dieser Seite hin zur Freude, zum Genuß wird.

Altdorf im Frühling 1894.

Der Verfasser.

---

1) Die Abbildungen, die es enthält, sind teils nach natürlichen Objekten, teils nach anerkannt guten Werken (cf. Anhang) hergestellt.

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung.

§. 1. Naturkörper und Naturgeschichte.

a) Begriff. Die Gesamtheit aller sinnlich wahrnehmbaren Dinge nennt man Natur, und die einzelnen Dinge selbst Naturkörper. Unter Naturgeschichte (historia naturalis) versteht man die Lehre von den Eigenschaften und Veränderungen besonderer Naturkörper.

b) Verschiedenheit der Naturkörper. Die Naturkörper werden zunächst in organische und unorganische eingeteilt. Organische Körper (lebende Naturkörper, Wesen oder Organismen) sind solche, welche für Veränderungen an sich selbst gewisse Werkzeuge oder Organe besitzen; unorganische Naturkörper (leblose Körper) dagegen sind solche, welche keine Organe zu eigner Veränderung haben.

An den Pflanzen beobachten wir verschiedene Veränderungen; sie entstehen aus einem Keim, sie nehmen Stoffe von außen in sich auf und verarbeiten sie im Innern, sie wachsen, blühen, ihre Früchte reifen, sie sterben endlich ab. Zu diesen Veränderungen besitzen sie verschiedene Organe, wie: Wurzeln, Blätter, Blüten u. s. w. — Ebenso haben die Tiere für ihre eigene Bewegung, für Verdauung, Atmung u. s. w. gewisse Organe. — An Steinen dagegen ändert sich nichts, wenn nicht äußere Einflüsse auf dieselben einwirken.

c) Verschiedenheit der organischen Körper. Diese beruht auf der Verschiedenartigkeit, nach welcher sie sich selbständig verändern. Die selbständigen Veränderungen der organischen Körper nennt man Lebensthätigkeiten oder Lebensäußerungen. Es gibt deren vier: Ernährung, Vermehrung (Fortpflanzung), Bewegung und Empfindung. Hiernach zerfallen die organischen Naturkörper in solche, denen zwei Lebensthätigkeiten, nämlich Ernährung und Fortpflanzung, zukommen, und in solche, welche alle vier Lebensthätigkeiten besitzen. Jene heißen Pflanzen, diese Tiere. Die Gesamtheit aller Pflanzen bildet das Pflanzenreich und die Gesamtheit aller Tiere das Tierreich.

Unterschied zwischen Pflanzen und Tieren. 1) Die Tiere haben eine willkürliche Bewegung, die Pflanzen nicht. Erstere können ihren Ort verändern und sich dahin begeben, wohin sie sich getrieben fühlen, um zu suchen, was sie brauchen, und zu fliehen, was ihnen schädlich ist. „Das Los der Pflanze dagegen bleibt es, an die Scholle gefesselt, in die das Samenkorn fiel, emporzuwachsen, da zu blühen, Frucht zu tragen, und, ob auch erst nach Jahrhunderten, an derselben Stelle ihr Dasein zu beschließen" (Masius). Dies gilt jedoch nur für die vollkommeneren oder höheren Tiere und Pflanzen. Es gibt nämlich unter den niederen Tieren viele, welche festsitzen (z. B. Korallen), und andererseits gibt es niedere Pflanzen (z. B. die Schleimpilze), welche sich vom Orte bewegen können.

2) Das Tier empfindet, die Pflanze nicht. Ersteres besitzt Nerven und Gehirn, wodurch es äußere Eindrücke in sich aufnehmen kann. Bei der Pflanze ist dies nicht der Fall; sie empfindet nicht. „Nur einem elementaren Zuge folgend, öffnet und schließt sie ihre Blüte dem kommenden und gehenden Licht; sie weiß nicht, daß ihr die Hand nahe kommt und sie bricht, und wenn die Mimose der Prärien wie erschreckt zusammenfällt, sobald der dröhnende Boden das Nahen der Mustangherde verkündigt, so ist auch das eben so wenig eigentliche Empfindung als ein Akt freier Bewegung" (Masius). Auch dieser Unterschied gilt nur für die höheren Tiere; den meisten niederen Tieren fehlen die Organe für die Empfindung vollständig. Je unvollkommener überhaupt die Tiere und Pflanzen sind, desto ähnlicher sind sie einander.

3) Die (höheren) Tiere haben am oberen Ende des Körpers eine Öffnung, durch welche sie Nahrung aufnehmen (Mund); die Pflanzen saugen mit den Wurzeln, also den unteren Körperteilen, Nahrung auf.

4) Die Tiere haben einen Magen, die Pflanzen nicht. Erstere können sich nur von organischen Substanzen ernähren, letztere nur von unorganischen oder mineralischen Stoffen.

d) Verschiedenheit der unorganischen Naturkörper. Diese beruht bloß auf der Verschiedenheit der sie bildenden Materie, auf deren besondere Gestaltung die Art der Entstehung des Körpers Einfluß haben kann. Um einen unorganischen Körper seinem Wesen nach kennen zu lernen, muß man deshalb untersuchen, welcher Art die ihn zusammensetzende Materie ist, und welche Eigenschaften dieselbe besitzt. Die unorganischen Naturkörper werden Mineralien genannt, und die Gesamtheit aller unorganischen Naturkörper bildet das Mineralreich.

e) Einteilung der Naturgeschichte. Gemäß dieser Einteilung der Naturkörper zerfällt auch die Naturgeschichte in 3 Hauptgebiete. Die Lehre von den Eigenschaften und Veränderungen der Pflanzen heißt Botanik, die Lehre von den Eigenschaften und Veränderungen der Tiere Zoologie und die Wissenschaft von den Mineralien Mineralogie.

f) Einteilung der Botanik. Diese zerfällt in folgende Teile, in:

α) Die allgemeine Botanik. Sie beschäftigt sich mit dem äußeren und inneren Bau der Pflanzen, sowie mit den Lebensverrichtungen oder Funktionen der einzelnen Organe. Die allgemeine Botanik zerfällt wieder in folgende Teile:

1) Die botanische Morphologie[1]) oder Gestaltlehre der Pflanzen. Diese befaßt sich mit der Gestalt der Teile des Pflanzenkörpers, und wird genannt:

aa) Äußere Morphologie, wenn sie sich mit der Gestalt der äußeren, größeren Teile des Pflanzenkörpers (z. B. der Blätter, Blüten u. s. w.) beschäftigt.

bb) Innere Morphologie, oder Pflanzenanatomie[2]) oder Phytotomie[3]), oder auch Histologie[4]) (Gewebelehre), wenn sie uns den inneren Bau der Pflanzen lehrt und zeigt, wie die einzelnen größeren Organe der Pflanzen aus einzelnen kleineren Teilen (Zellen und Gewebe) bestehen (Mikroskop als Hilfsmittel).

cc) Vergleichende Morphologie, wenn sie ein und dasselbe Organ bei verschiedenen Pflanzen untersucht und deren Übereinstimmung oder Verschiedenheit feststellt. Als Resultat dieses Vergleichs ergibt sich das System.

2) Die Pflanzenphysiologie[5]) (Phytophysiologie) oder Funktionslehre der Pflanzen. Dieselbe beschäftigt sich mit der Erforschung der Lebensprozesse der Pflanzen (ihrer Lebensäußerungen oder Lebenserscheinungen). Die Lehre von den Funktionen äußerer Organe (z. B. der Blüten) wird in neuerer Zeit wohl auch Biologie[6]) genannt.

Doch werden auch die beiden Ausdrücke Physiologie (wörtlich: Lehre vom Wachstum) und Biologie als gleichbedeutend gebraucht. Den Teil der Physiologie, der sich des Experiments bedienen kann, nennt man Experimentalphysiologie.

β) Die spezielle Botanik oder beschreibende (deskriptive) Botanik. Dieselbe befaßt sich mit der Unterscheidung der einzelnen Pflanzenarten, deren Stellung im System und Verbreitung auf der Erdoberfläche.

g) Einteilung der Zoologie. Ähnlich der Gliederung der Botanik.

---

1) Vom gr. morphē, Form, Gestalt und logos, Wissenschaft, Lehre. 2) Anatomie, v. gr. ana-témnein, (aná, gr. Vorwort, an, auf, temnein. schneiden), zerschneiden. 3) Vom gr. phytón, das Gewachsene und témnein schneiden. 4) Vom gr. histós, Gewebe. 5) Physiologie, eig. Naturlehre, vom gr. phýsis, Natur und logos (Physik, Chemie, Physiologie und Geologie sind Teile der Naturlehre). 6) Vom gr. bíos, Leben, wörtlich also Lehre vom Leben, Lebenslehre.

§. 2. Die unorganischen Naturkörper.

a) Die unorganischen Naturkörper (Mineralien im weiteren Sinne) zerfallen in drei Gruppen: in Mineralien (im engeren Sinne), Gesteine und Versteinerungen. Mineralien[1]) im engeren Sinne sind die gleichartigen (homogenen) unorganischen Naturkörper (oder: die in der Erdrinde vorkommenden festen und flüssigen Elemente und chemischen Verbindungen). Gesteine, Fels- oder Gebirgsarten sind Mineralien oder bestimmte Gemenge mehrerer Mineralien, welche in so ausgedehnten zusammenhängenden Massen vorkommen, daß sie einen wesentlichen Anteil an der Zusammensetzung unserer Erde ausmachen. Unter Versteinerungen endlich versteht man die in Gesteinen eingeschlossenen, mehr oder weniger stofflich veränderten Überreste von Pflanzen und Tieren der Vorwelt.

b) Hiernach zerfällt die Naturgeschichte des Mineralreichs (die Mineralogie im weiteren Sinne) in verschiedene Disciplinen: in die Mineralogie (im engeren Sinne), oder Oryktognosie[2]), welche sich mit den Mineralien im engeren Sinne beschäftigt, die Geologie und Paläontologie, welche die Gesteine und Versteinerungen als Gegenstand der Betrachtung haben. Die beiden letzteren Disciplinen werden gewöhnlich miteinander vereinigt betrachtet.

§. 3. Zusammenstellung der wichtigsten Mineralien[3]).

Bei der Klassifikation der Mineralien wird gegenwärtig vielfach ihre chemische Zusammensetzung berücksichtigt. Diese liegt auch der folgenden Einteilung zu Grunde.

Erste Gruppe. Mineralien der Nichtmetalle.

I. (Klasse). Mineralien des Kohlenstoffs.

1) Diamant (Demant), reiner krystallisierter Kohlenstoff, C.

2) Graphit (das Reißblei), C, oft durch Eisenoxyd, Kieselerde und Thon verunreinigt.

3) Anthracit (die Kohlenblende), 94% C.

---

1) Vom lat. mina, Bergwerk, Erzgrube. 2) Vom gr. orýssein, graben, ausgraben, oryktón, ausgegraben, und gnosis, die Kenntnis. 3) Da in der Folge verschiedene Mineralien vielfach Gegenstand der Besprechung sind, so wird hier eine übersichtliche Zusammenstellung derselben mit Angabe ihrer chemischen Konstitution gegeben.

4) Steinkohle, 75—88 % C, außerdem H, O, N, S und Fe.
5) Braunkohle, 50—75 % C.
6) Torf.
7) Bernstein, 80 % C, 10 % H und 10 % O.
8) Asphalt, wesentlich eine Kohlenwasserstoffverbindung.
9) Ozokerit, C und H.
10) Erdöl, ein Gemenge verschiedener Kohlenwasserstoffe (Fuß, Chemie S. 197).

II. Mineralien des Schwefels.

1) Gediegener Schwefel (Ch. S. 56).
2) Sulfide (S. die einzelnen Metalle).
3) Sulfate (Desgleichen).

III. Mineralien des Siliciums.

1) Quarz, Kieselerde, SiO_2, mit geringen Beimengungen von Eisenoxyd u. a. Stoffen.
   a) Krystallisierter Quarz:
      1) Bergkrystall (gelb: Citrin, schwarz: Morion, braun: Rauchtopas).
      2) Amethyst, violett, rosenrot.
      3) Gemeiner Quarz (milchweiß: Milchquarz, rosenrot: Rosenquarz, lauchgrün: Prasem, graugrün: Schillerquarz oder Katzenauge, rotbraun: Avanturin, rotbraun oder gelb: Eisenkiesel).
   b) Dichter Quarz:
      1) Jaspis (Kugel- und Bandjaspis).
      2) Hornstein (Holzstein).
      3) Kieselschiefer (Lydit).
      4) Tripel, Polierschiefer, Kieselguhr.
2) Opal, wesentlich amorphe Kieselerde, SiO_2, mit 2—13 % Wasser. Varietäten:
      1) Edler Opal.
      2) Glasopal (Hyalith).
      3) Gemeiner Opal (Feuer-, Halbopal).
      4) Kieselsinter.
      5) Chalcedon (ein Gemenge von Quarz und Opal, grün mit roten Punkten: Heliotrop, rot: Karneol, apfelgrün: Chrysopras).
      6) Feuerstein, ein Gemenge von Quarz und Opal.
      7) Achat, ein Gemenge von Quarz, Chalcedon, Jaspis 2c.
3) Silikate (S. Leichtmetalle).

IV. Mineralien des Bors.

1) Sassolin, Borsäure, H_3BO_3.
2) Borax (S. Natrium).

Zweite Gruppe. Mineralien der Leichtmetalle.

I. (Klasse). Mineralien des Kaliums.

a) Haloidsalze:
Sylvin, KCl.
b) Oxysalze:
Kaliumsalpeter (Ch. S. 91).

II. Mineralien des Natriums.

a) Haloidsalze:
Steinsalz, NaCl (Ch. S. 96).
b) Oxysalze:
1) Soda, $Na_2CO_3 + 10H_2O$; Trona von ähnlicher Zusammensetzung (Ch. S. 97).
2) Natriumsalpeter, $NaNO_3$.
3) Glaubersalz, $Na_2SO_4 + 10H_2O$.
4) Borax (Tinkal), $Na_2B_4O_7 + 10H_2O$.

III. Mineralien des Ammoniums.

Salmiak, H_4NCl.

IV. Mineralien des Calciums.

a) Haloidsalze:
1) Flußspat, $CaFl_2$.
b) Oxysalze:
1) Calcit, kohlensaures Calcium, $CaCO_3$.
Unterarten:
1) Kalkspat.
2) Marmor.
3) Kalkschiefer.
4) Gemeiner Kalkstein.
5) Kreide.
6) Kalktuff (Travertino).
7) Tropfstein.
2) Aragonit, ebenfalls $CaCO_3$, mit 1 dimorph.
3) Gips, $CaSO_4 + 2H_2O$ (Ch. S. 106).
4) Anhydrit, $CaSO_4$.
5) Apatit, $3Ca_3(PO_4)_2 + CaClFl$ (von ähnlicher Zusammensetzung: Phosphorit und Osteolith.

V. Mineralien des Bariums.

1) Schwerspat, schwefelsaures Ba, $BaSO_4$.
2) Witherit, kohlensaures Barium, $BaCO_3$.

VI. Mineralien des Strontiums.

1) Cölestin, schwefels. Strontium, $SrSO_4$.
2) Strontianit, kohlens. Strontium, $SrCO_3$.

VII. Mineralien des Magnesiums.

a) Hydroxyde:
   Brucit, MgH_2O_2.
b) Haloidsalze:
   1) Karnallit, $MgCl_2 + KCl + 6H_2O$.
   2) Tachhydrit, $MgCl_2 + CaCl_2 + 6H_2O$.
c) Oxysalze und zwar:
   α) Sulfate:
      1) Bittersalz, $MgSO_4 + 7H_2O$.
      2) Kieserit, $MgSO_4 + aq$.
      3) Polyhallit, $MgSO_4 + K_2SO_4 + 2CaSO_4 + 2H_2O$.
   β) Karbonate:
      1) Magnesit, $MgCO_3$.
      2) Dolomit (Bitterkalk, Bitterspat, Braunspat), $MgCO_3 + CaCO_3$.
   γ) Silikate:
      1) Talk, $3MgSiO_3 + H_2SiO_3 = H_2Mg_3(SiO_3)_4$.
      2) Speckstein (Seifenstein), ein dichter Talk.
      3) Meerschaum, $2MgSiO_3 + H_2SiO_3 + H_2O = Mg_2Si_3O_8 + 2H_2O$.
      4) Serpentin (Ophit, Schlangenstein), $2MgSiO_3 + MgH_2O_2 + H_2O = H_2Mg_3(SiO_4)_2 + H_2O$.
      5) Chlorit, $2Mg_2SiO_4 + Al_2H_6O_6$.
      6) Chrysolith (Olivin), Mg_2SiO_4.
      7) Augit (Pyroxen), $MgSiO_3 + Al_2O_3$, statt Mg auch Ca, Fe.
      8) Hornblende (Amphibol), $MgSiO_3 + Al_2O_3$, statt Mg auch Ca, Fe, Mn (edle und gemeine Hornblende, Strahlstein, Asbest).

VIII. Mineralien des Aluminiums.

a) Oxyde und Hydroxyde:
   1) Korund, Al_2O_3 (Rubin, Saphir, Smirgel).
   2) Diaspor, $Al_2O_3 + H_2O$.
   3) Hydrargillit, $Al_2O_3 + 3H_2O$.
b) Haloidsalze:
   Kryolith, $AlFl_3 + 3NaFl$.
c) Oxysalze und zwar:
   α) Sulfate:
      1) Aluminit, $Al_2SO_6 + 9H_2O$.
      2) Alaunstein, $K_2SO_4 + Al_2(SO_4)_3 + Al_2H_6O_6$.
      3) Kalialaun, $K_2SO_4 + Al_2(SO_4)_3 + 24H_2O$.
   β) Phosphate:
      1) Türkis (Kalait), $Al_4P_2O_{11} + 5H_2O$.
      2) Wavellit, $Al_6P_4O_{19} + 12H_2O$.
      3) Lazulith, von ähnlicher Zusammensetzung.
   γ) Silikate: aa) Einfache:
      1) Cyanit, Al_2SiO_5.

2) Andalusit, $8Al_2O_3$, $9SiO_2$.
3) Chiastolith, $8Al_2O_3$, $9SiO_2$.
4) Staurolith, von ähnlicher Zusammensetzung.

bb) Doppelsilikate:

1) Feldspate, Doppelsalze von kieselsaurem Aluminium und kieselsauren Alkalien.
   $\alpha\alpha$) Kaliumfeldspat (Orthoklas), $K_2Al_2Si_6O_{16}$ (wasserhell: Adular, feinkörnig und dicht: gemeiner Feldspat, glasiger Feldspat: Sanidin).
   $\beta\beta$) Natriumfeldspat (Albit), $Na_2Al_2Si_6O_{16}$. Eine besondere Art dieses Feldspats ist der Oligoklas.
   $\gamma\gamma$) Calciumfeldspat (Labradorit), ein Feldspat, der neben Na auch Ca enthält.
   $\delta\delta$) Obsidian, Bimsstein, Pechstein, Perlstein, glasig amorphe Mineralien dieser Gruppe, vulkanischen Ursprungs.
2) Thone (Ch. S. 116).
3) Glimmer, aus kieselsaurem Aluminium und kieselsauren Alkalien bestehend, zuweilen mit geringen Mengen Fl:
   $\alpha\alpha$) Kaliumglimmer (Muskovit),
   $\beta\beta$) Lithiumglimmer (Lepidolith),
   $\gamma\gamma$) Magnesiumglimmer (Biotit).
4) Granat, vorzugsweise aus kieselsaurem Al und Ca, Mg, Fe bestehend. Nahestehend: Vesuvian, Epidot und Zoisit.
5) Silikate besonderer Zusammensetzung:
   $\alpha\alpha$) Topas, $5Al_2SiO_5 + AlSiFl_{10}$.
   $\beta\beta$) Turmalin (Schörl).
   $\gamma\gamma$) Lasurstein.
   $\delta\delta$) Beryll, ein Aluminium- und Berylliumsilikat (grün: Smaragd, apfelgrün: Auquamarin).
   $\varepsilon\varepsilon$) Zirkon, $ZrSiO_4$ (Hyacinth).

Dritte Gruppe. Mineralien der Schwermetalle.

I. (Klasse). Mineralien des Eisens.

a) Elemente:
   gediegenes Eisen (tellurisches, kosmisches).
b) Oxyde und Hydroxyde:
   1) Roteisenerz (Hämatit), Fe_2O_3 (Eisenglanz, Eisenglimmer, Roteisenstein, Rötel 2c. als Unterarten).
   2) Magneteisenerz (Magnetit), Fe_3O_4.
   3) Brauneisenstein (Limonit), $Fe_4H_6O_9$ (Unterarten: dichter Brauneisenstein, Bohnerz, Raseneisenerz 2c.)
c) Sulfide:
   1) Eisenkies (Schwefelkies, Pyrit), FeS_2.
   2) Graueisenkies (Wasserkies, Markasit), FeS_2.

3) Magnetkies, Fe_7S_8.
4) Arsenikkies, $FeS_2 + FeAs_2$.

d) Oxysalze:
1) Spateisenstein (Siderit), $FeCO_3$.
2) Eisenvitriol, $FeSO_4 + 7H_2O$.
3) Vivianit, $Fe_3(PO_4)_2 + 8H_2O$.

II. Mineralien des Mangans.

a) Oxyde und Hydroxyde:
1) Pyrolusit (Braunstein), MnO_2.
2) Manganit, $Mn_2O_3 + H_2O$.

b) Sulfide:
Manganblende, MnS.

c) Oxysalze:
Manganspat, $MnCO_3$.

III. Mineralien des Kobalts.

1) Speiskobalt (Kobaltkies), $CoAs_2$.
2) Glanzkobalt, $CoAs_2 + CoS_2$.
3) Erdkobalt, eine O-Verbindung des Co und Mn.
4) Kobaltblüte, arsensaures Kobaltoxydul und Wasser, $Co_2(AsO_4)_2 + 8H_2O$.

IV. Mineralien des Nickels.

1) Kupfernickel (Arsenikkel), NiAs.
2) Nickelglanz, NiAs + NiS.
3) Nickelkies (Haarkies), NiS.

V. Mineralien des Zinks.

1) Rotzinkerz (Zinkit), Zinkoxyd, ZnO.
2) Zinkblende, ZnS.
3) Zinkspat (Galmei), kohlensaures Zink, $ZnCO_3$.
4) Kieselgalmei, $Zn_2SiO_4 + H_2O$.
5) Zinkvitriol, $ZnSO_4 + 7H_2O$.

VI. Mineralien des Bleies.

1) Bleiglanz (Galenit), PbS.
2) Weißbleierz, kohlensaures Blei, $PbCO_3$.
3) Gelbbleierz, molybdänsaures Blei, $PbMoO_4$.
4) Bleivitriol, $PbSO_4$.

VII. Mineralien des Zinnes.

1) Zinnstein, Zinnoxyd, SnO_2.
2) Zinnkies, aus Sn, S, Fe und Cu bestehend.

VIII. Mineralien des Kupfers.

a) Elemente:
Gediegenes Kupfer, Cu.

b) Oxyde:
Rotkupfererz, Cu_2O.
c) Sulfide:
1) Kupferglanz, Cu_2S.
2) Kupferkies, $Cu_2S + Fe_2S_3$.
3) Buntkupfererz, $3Cu_2S + Fe_2S_3$.
4) Fahlerz, wechselnde Zusammensetzung: Cu, S, Fe, Zn, As, Sb.
d) Oxysalze:
1) Kupferlasur, $2CuCO_3 + CuH_2O_2$.
2) Kupfermalachit, $CuCO_3 + CuH_2O_2$.
3) Kupfervitriol, $CuSO_4 + 5H_2O$.

IX. Mineralien des Arsens.

1) Gediegenes Arsen, Scherbenkobalt, As.
2) Arsenit, Arsenikblüte, arsenige Säure, As_2O_3.
3) Realgar, Rauschrot, As_2S_2.
4) Operment, Rauschgelb, As_2S_3.

X. Mineralien des Antimons.

1) Gediegenes Antimon, Sb.
2) Weißspießglanzerz, Sb_2O_3.
3) Antimonglanz, Grauspießglanzerz, Sb_2S_3.

XI. Mineralien des Quecksilbers.

1) Gediegenes Quecksilber, Hg.
2) Zinnober, HgS.

XII. Mineralien des Silbers.

1) Gediegenes Silber, Ag.
2) Silberglanz, Glaserz, Ag_2S.
3) Silberblende, Rotgültigerz:
α) Arsensilberblende, lichtes Rotgültigerz, $3Ag_2S + As_2S_3$.
β) Antimonsilberblende, $3Ag_2S + Sb_2S_3$.

XIII. Mineralien des Platins.

Gediegenes Platin, Pt.

XIV. Mineralien des Goldes.

Gediegenes Gold, Au.
Schrifterz, aus Gold, Silber und Tellur bestehend.

Häufig werden die Mineralien nach ihrer chemischen Konstitution auch in folgender Weise eingeteilt:

I. Klasse. Mineralien, welche Elemente sind.

C (Diamant u. Graphit), S — As, Sb, Bi, Fe, Pb, Cu, Hg, Ag, Au, Pt.

II. Klasse. Mineralien, welche Oxyde sind.

H_2O, SiO_2, $SiO_2 + 2 - 13\%H_2O$, H_3BO_3; Al_2O_3, Fe_2O_3, MnO_2, Sb_2O_3, As_2O_3, ZnO, SnO_2, Cu_2O; $Fe_4H_6O_9$.

III. Klasse. Mineralien, welche Sulfide oder ähnliche Verbindungen sind.

Fe_7S_8, FeS_2, $NiAs$, $CaAs_2$, Sb_2S_3, As_2S_2, As_2S_3, ZnS, PbS, Cu_2S, HgS, Ag_2S.

IV. Klasse. Mineralien, welche Haloidsalze sind.

$NaCl$, KCl, NH_4Cl, $CaFl_2$, $AgCl$, $AgBr$, Hg_2Cl_2, $6NaFl + Al_2Fl_6$, $KCl + MgCl_2 + 6H_2O$.

V. Klasse. Mineralien, welche Oxysalze sind.

1. Ordnung. Sulfate: $Na_2SO_4 + 10H_2O$, $CaSO_4$, $CaSO_4 + 2H_2O$, $BaSO_4$, $SrSO_4$, $MgSO_4 + 7H_2O$, $FeSO_4 + 7H_2O$, $CuSO_4 + 5H_2O$, $ZnSO_4 + 7H_2O$, $PbSO_4$.
2. Ordnung. Nitrate: KNO_3, $NaNO_3$, $Ca(NO_3)_2$.
3. Ordnung. Karbonate: $Na_2CO_3 + 10H_2O$, $CaCO_3$, $BaCO_3$, $SrCO_3$, $MgCO_3$, $CaCO_3 + MgCO_3$, $FeCO_3$, $MnCO_3$, $ZnCO_3$ 2c.
4. Ordnung. Phosphate: Apatit, Phosphorit 2c.
5. Ordnung. Borate: $Na_2B_4O_7 + 10H_2O$.
6. Ordnung. Silikate und zwar Silikate des Mg und Al (S. 7).

VI. Klasse. Mineralien, welche aus organischen Stoffen hervorgegangen sind.

Bernstein, Ozokerit, Asphalt, Erdöl, Anthracit, Steinkohle, Braunkohle, Torf.

§. 4. Begriff und Einteilung der Geologie.

a) Unter Geologie[1]) versteht man die Lehre von der Zusammensetzung und der Bildung der Erde. Zuweilen pflegt man die Lehre von der Gesteins-Zusammensetzung der Erde als Geognosie[2]) zu bezeichnen.

b) Bezüglich der Einteilung der Geologie vergleiche man die nachfolgenden Abschnitte: physikalische, dynamische, petrographische, architektonische und historische Geologie.

1) Vom gr. géa, zsg. gē, Erde und lógos, Wissenschaft, wörtlich also: Wissenschaft von der Erde. 2) Gr. gnosis, Kenntnis, wörtlich also: Kenntnis von der Erde.

Erster Abschnitt.

Die physikalische Geologie.

Die physikalische Geologie handelt von den einzelnen Gliedern des Erdganzen. Diese sind:

1) die Lufthülle oder die Atmosphäre[1]);
2) die Wasserhülle oder die Hydrosphäre[2]);
3) die feste Erdkruste oder die Lithosphäre[3]);
4) das Erdinnere, der Erdkern oder die Pyrosphäre[4]);
5) die organischen Wesen oder die Biosphäre[5]).

§. 5. Die Atmosphäre.

a) Zusammensetzung. Die Atmosphäre oder die atmosphärische Luft ist ein Gemenge (keine chemische Verbindung) von Stickstoff und Sauerstoff mit geringen Mengen von Kohlensäure und Wasserdunst. Durchschnittlich sind in 100 Volumteilen atmosphärischer Luft enthalten:

Stickstoff	78,35	Volumteile
Sauerstoff	20,77	„
Kohlensäure . . .	0,04	„
Wasserdampf . . .	0,84	„

Außer diesen Stoffen können lokal und vorübergehend noch in der Luft enthalten sein: geringe Mengen von Ammoniak, Salpetersäure, Chlorwasserstoffsäure und schweflige Säure, kleine Quantitäten von Ozon, Spuren von Mineralsalzen, sowie Pilzsporen und Staubteilchen[6]).

b) Die Wärme der Luft. Dieselbe wird durch die wär-

---

1) Vom lat. sphaera, gr. sphaira, Kugel und atmos, Dunst, also: Dunstkugel. 2) Vom gr. hýdōr, Wasser. 3) Vom gr lithos, Stein. 4) Vom gr. pyr, Feuer. 5) Vom gr. bios, Leben. 6) Die in der Luft schwebenden Staubteilchen oder Festkörper haben eine besondere Bedeutung, die man erst in jüngster Zeit richtig zu würdigen gelernt hat. Man weiß jetzt, daß die Staubteilchen die Ansatzpunkte bilden, auf denen sich der Wasserdampf in Form kleiner Bläschen niederschlägt; ohne Staub ist, wie man jetzt weiß, keine ausgedehntere Wolkenbildung möglich.

mende Wirkung der Sonnenstrahlen hervorgebracht. Auf der Verschiedenheit, mit welcher die Luft an verschiedenen Orten zu gleicher Zeit oder an ein und demselben Orte zu verschiedenen Zeiten erwärmt wird, beruht die Verschiedenheit der Niederschläge, wie Regen, Schnee, Hagel, Tau und Reif. Mit der näheren Betrachtung dieser Erscheinungen befaßt sich die Meteorologie und die Klimatologie.

§. 6. Die Hydrosphäre.

a) Art der Verbreitung des Wassers. Die Atmosphäre ist eine allgemeine, das Wasser dagegen eine nur lokal verbreitete Umhüllung unseres Planeten. Die bei weitem überwiegende Menge des Wassers hat sich in den Vertiefungen der Erde gesammelt und bildet auf derselben Seen und Meere. Ein anderer Teil fließt in Quellen, Bächen, Flüssen und Strömen dem Meere zu, und wieder ein anderer Teil ist als Wasserdunst oder Wassergas in der Atmosphäre enthalten oder lagert als Schnee und Eis auf den Hochgebirgen und an den Polen oder durchsickert als Feuchtigkeit die Gesteinshülle der Erde.

b) Meer und Meerwasser. Die Gesamtoberfläche der Erde beträgt 510 Mill. qkm. Davon sind 136 Mill. qkm Land und 374 Mill. qkm Wasser. Das Meer nimmt aso auf der Erde fast 3 mal so viel Fläche ein als das Land. Das Wasser der Meere ist nicht reines Wasser H_2O, sondern es enthält eine ziemlich große Menge von Salzen (Kochsalz, Bittersalz u. s. w.) und Gasen (Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure) aufgelöst, und ist daher salzigbitter. Durchschnittlich enthält es 3,4% gelöster Stoffe, nämlich in 100 Teilen:

Chlornatrium (Kochsalz), $NaCl$	2,700
Chlormagnesium, $MgCl_2$	0,360
Schwefels. Magnesium (Bittersalz), $MgSO_4$ . .	0,230
Schwefels. Calcium (Gips), $CaSO_4$	0,140
Kohlens. Calcium, $CaCO_3$	0,003
Chlorkalium, KCl	0,070
Brommagnesium, $MgBr_2$	0,002.

§. 7. Die Lithosphäre.

a) Begriff. Darunter versteht man die zwischen Luft und Wasser einerseits und dem wahrscheinlich glutflüssigen Erdinnern andererseits lagernde, aus festen Massen, Gesteinen oder Felsarten,

bestehende Schale oder Rinde der Erde. Man nennt sie auch die feste Erdrinde oder feste Erdkruste.

b) Die Temperatur der Lithosphäre. In der Atmosphäre vollziehen sich bekanntlich tägliche und jährliche Temperaturschwankungen. An diesen nehmen auch die obersten Schichten der Erde teil. Die täglichen Wärmevariationen erstrecken sich aber höchstens auf eine Tiefe von 2 m, und die jährlichen auf eine solche von etwa 20—25 m. In einer Tiefe von 25—28 m (im mittleren Europa) herrscht jahraus jahrein dieselbe Temperatur, und zwar entspricht sie im allgemeinen der mittleren Jahrestemperatur des betreffenden Ortes. So zeigen die in den 29 m tiefen Kellern des Pariser Observatoriums aufgestellten Thermometer die konstante Temperatur von 11,7° C. Die Tiefe der Erde, in welcher die Temperatur konstant ist, wird invariable Erdschicht genannt.

Diese ist nicht für alle Gegenden der Erde die gleiche. Sie ist vielmehr von der Leitungsfähigkeit des Bodens und namentlich von der Größe des Temperaturunterschiedes zwischen der heißesten und kältesten Jahreszeit abhängig, und schwankt wahrscheinlich zwischen $^2/_3$ m und 30 m. Je größer der Kontrast zwischen dem jährlichen Wärmemaximum und Wärmeminimum ist, um so tiefer dringen auch die jährlichen Temperaturschwankungen in die Erde ein, desto tiefer liegt also die invariable Erdschicht. Daher kommt es, daß in Ländern mit excessiven Temperaturen die invariable Erdschicht tiefer liegt, als in solchen, die ein mehr gleichmäßiges Klima haben, und in den Äquatorialgegenden, wo die Unterschiede der jährlichen Temperaturen sehr gering sind, der Erdoberfläche viel näher als in unseren Breiten. Wäre irgendwo auf der Erdoberfläche kein Unterschied in der Lufttemperatur, so würde offenbar die invariable Erdschicht schon an der Erdoberfläche beginnen.

Von der invariablen Erdschicht an nimmt die Temperatur mit der Tiefe immer mehr zu, und zwar, wie Beobachtungen an Bohrlöchern und artesischen Brunnen, sowie in Bergwerken, gezeigt haben, in der Weise, daß mit einer Zunahme der Tiefe von etwa 31 m die Temperatur um 1° C steigt. Die Anzahl von Metern, welche man in die Tiefe gehen muß, um eine Steigerung der Temperatur von 1° C wahrnehmen zu können, nennt man die geothermische Tiefenstufe.

§. 8. Das Erdinnere oder der Erdkern.

Vermutungen über die Beschaffenheit desselben. Da das Innere der Erde unserer Beobachtung gänzlich verschlossen

ist [1]), so können wir nur Vermutungen über die Beschaffenheit desselben aufstellen. Daher kommt es, daß die Forscher hierüber verschiedener Ansicht sind.

1) Manche sind der Meinung, daß das Innere der Erde mit einer feurig-flüssigen Masse (dem Magma) ausgefüllt sei und stützen diese Vorstellung auf die nach dem Erdinnern zu wachsende Temperatur, auf das Vorhandensein der feurigflüssigen Lavamasse und der heißen Quellen.

2) Andere (wie Bunsen, Hopkins, Thomson und Helmholz) betrachten das Erdinnere als starr, nehmen also einen festen Erdkern an, weil der Druck nach der Tiefe zu ebenso zunehme, wie die Temperatur, und weil der Schmelzpunkt derjenigen Stoffe, welche sich beim Erstarren zusammenziehen, unter höherem Drucke steige.

3) Auf Grund der eingehenden Untersuchungen von Andrews (spr. Ändrus) und A. Ritter über die sogenannte „kritische“ Temperatur der Gase, im Zusammenhalte mit der Thatsache des Anwachsens der Erdwärme, aus welcher geschlossen werden muß, daß die Temperatur in den tieferen Schichten unseres Planeten und ganz besonders in größerer Nähe am Erdmittelpunkte über den kritischen Punkt aller der uns bekannten Elementarstoffe hinausgeht, macht man sich in neuester Zeit (nach dem Vorgang von Karl Zoeppritz) folgende Anschauung: das Innere der Erde bilde eine ziemlich große Hohlkugel, die mit einem „einatomigen“ Gase erfüllt sei, d. h. mit einem gasförmigen Körper ohne alle chemische Verschiedenheit. In den Randpartien dieser Kugel mache sich nach und nach die Sonderart der einzelnen chemischen Elemente geltend. In noch größerer Entfernung finde ein alle denkbaren Stadien aufweisender Übergang zu den eigentlichen Flüssigkeiten statt, welche selbst bei der Annäherung an die Außenseite der Erde immer schwerflüssiger und zäher werden. Dieser letztere Kugelring sei als der Sitz der vulkanischen Ausbrüche zu betrachten. An diesen reihe sich sodann von innen nach außen eine Folge festerer Schichten, die jedoch noch, wie die benachbarten dickflüssigen, die Eigenschaft der Plasticität besäßen (Mechanismus der Gebirgsbildung: A. Heim). Endlich werden

---

1) Wie tief man in die Erde gedrungen ist, geht aus folgenden Angaben hervor: der tiefste im Betriebe stehende Schacht, der Adalbert-Hauptschacht in dem Silber- und Bleibergwerke Przibram (bei Prag) in Böhmen, hat eine Tiefe von 1000 Meter (wahrscheinlich der tiefste auf der ganzen Erde). In ihm ist die Temperatur bei etwa 889 m 21,80° C. Das tiefste Bohrloch der Erde befindet sich bei Schladebach, einem kleinen Orte an der Eisenbahn von Leipzig nach Weißenfels, nahe bei der Station Kötschau, und ist 1748,4 m tief (11 mal so groß als die Höhe des Kölner Domes — „Nadelstich in unserem Planeten“). Die zunächst tiefsten Bohrlöcher sind:
bei Elmshorn (Schleswig), 1338 m tief,
Unseburg (Magdeburg), 1295 m tief,
Sperenberg (unweit Berlin), 1272 m tief,
Sennewitz (bei Halle), 1111 m tief.
Die Tiefe des Bohrloches zu Sperenberg beträgt nur 2 Zehntausendstel des Erdhalbmessers.

nach außen die Felsen immer fester und unnachgiebiger, wie wir sie eben auf der Erdoberfläche und in unmittelbarer Nähe darunter kennen lernen. — Gegen diese Hypothese könnte man den Einwurf machen, daß die aus dem feurigen Glutbrei, den irgendwelche Mineralien bilden, sich durch Erkaltung abscheidenden Stücke kraft ihrer größeren Schwere nach unten sinken und so schließlich den Kern der Erde verfestigen müßten. Allein dieser wird widerlegt durch den von verschiedenen Gelehrten erbrachten Nachweis, daß sehr viele Stoffe (Lava, Eisen, Wismut) im glutflüssigen Zustande eine größere Dichte besitzen als im festen [1]).

§. 9. Die organischen Wesen der Erde.

a) Verbreitung des organischen Lebens. Das organische Leben entwickelt sich entweder auf oder in der festen Erdkruste (Landbewohner) oder in dem mit atmosphärischer Luft erfüllten Wasser (Wasserbewohner). Die Lebewesen zusammen bilden die Biosphäre. Von den lebenden organischen Wesen der Jetztzeit handelt die Botanik und Zoologie.

b) Die vorweltlichen Tiere und Pflanzen. Die Tier- und Pflanzenformen der jetzigen Schöpfung sind nicht die ersten, welche sich auf der Erde entwickelten. Vielmehr haben vor diesen andere Generationen von Tieren und Pflanzen gelebt, die aber ausgestorben sind, um neuen Generationen Platz zu machen. Dieser Wechsel von Tier- und Pflanzenformen auf der Erdoberfläche ist im Laufe langer Zeitperioden vor sich gegangen. Dabei scheinen die organischen Wesen eine allmähliche Entwicklung von niederen zu immer höheren Formen durchlaufen zu haben, ehe sie zu ihrer gegenwärtigen Gestaltung gelangten [2]). Die Wissenschaft, welche

---

1) Ries, über das Verhalten der Silikate beim Übergange aus dem glutflüssigen in den festen Aggregatzustand; Stuttgart 1889.

2) Mit der Frage der allmählichen Entwicklung der Pflanzen und Tiere beschäftigt sich die Hypothese des Darwinismus. (Darwin: geb. 1809 in England, gest. 1882; 1859 erschien sein Werk: „Über die Entstehung der Arten"). Der Darwinismus im weiteren Sinne umfaßt zwei Lehren:

1) Die Descendenz- oder Transmutations- oder Transformationstheorie (lat. Descendenz, f. die Abstammung, von de-scendĕre, abstammen; lat. Transmutation, f. Umwandlung, von trans, über, hinüber, und mutāre, verändern; lat. Transformation, f. Umbildung, von trans und formāre, formen, bilden). Diese behauptet, daß alle Tier- und Pflanzenarten der jetzigen Schöpfung die veränderten Abkömmlinge ähnlicher Arten seien, welche in früheren Epochen der Erdentwicklung lebten, und daß diese durch den gleichen Prozeß aus noch früheren Formen sich entwickelt hätten.

2) Die Selektionstheorie oder Zuchtwahllehre (lat. Selektion, f. Auswahl, von seligĕre, auslesen). Diese behauptet, der Prozeß der Umwandlung komme zu stande: a) durch das jedem Organismus innewohnende

sich mit den ausgestorbenen Tier- und Pflanzenformen beschäftigt, heißt Paläontologie[1]). Die Reste der ausgestorbenen Pflanzen und Tiere findet man in den Gesteinen der Erdkruste eingeschlossen, oft einzeln, oft in größeren Massen. Die Substanz derselben hat in den Erdschichten eine mehr oder weniger weitgehende Umwandlung erfahren, doch ist meistens die ursprüngliche Gestalt erhalten geblieben. Man nennt diese in Gesteinen eingeschlossenen, mehr oder weniger stofflich veränderten Überreste von Pflanzen und Tieren der Vorwelt Versteinerungen, Petrefakten[2]) oder Fossilien[3]).

c) Veränderung vorweltlicher Pflanzen und Tiere. Die Art und Weise, wie vorweltliche Tier- und Pflanzenformen verändert wurden und erhalten blieben, ist eine sehr verschiedene. Die Veränderung kann geschehen sein:

1) Durch Verkohlung. Dieselbe besteht darin, daß aus der organischen Substanz (insbesondere aus Pflanzenstoffen) Sauerstoff und Wasserstoff austreten, wodurch das Zurückbleibende fortwährend relativ reicher an Kohlenstoff wird. Die verschiedenen Arten der fossilen Kohle, nämlich Torf, Braunkohle, Schwarzkohle, Anthracit und Graphit repräsentieren verschiedene Phasen dieses Umwandlungsprozesses.

2) Durch Auswitterung oder Auslaugung. Diese betrifft besonders die Hartgebilde vieler Organismen, wie Skelett-Teile, Gehäuse der Muscheln, Panzer der Krebse u. s. w. Hiebei verschwinden die fäulnisfähigen Stoffe, wie Leim, Knorpel u. s. w.; aber auch ein Teil der aus kohlensaurem oder phosphorsaurem Calcium bestehenden Gebilde wird meist fortgeführt, so daß die Rückstände ziemlich porös erscheinen.

Vermögen, sich zu verändern (Einfluß auf diese Veränderung hätten: α) der durch Übung, Bedürfnis und Lebensweise bedingte Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe, β) die Anpassung (Adaptation) an die eben vorhandenen Lebensbedingungen, wie Nahrung, Licht, Klima, Wohnort ꝛc.); b) durch die Fähigkeit der Organismen, jede individuelle Veränderung, also jedes neu erworbene Merkmal auf die direkten Abkömmlinge durch Vererbung (Atavismus) zu übertragen; und c) durch eine natürliche Zuchtwahl oder Auslese, die darin bestehe, daß die mit günstigen Eigenschaften ausgestatteten Organismen inmitten des rastlos stattfindenden „Kampfes ums Dasein" über die minder günstig organisierten Artenformen stets den Sieg erlangen und diese daher überleben und zur Fortpflanzung gelangen, während die schwachen Formen, ohne Nachkommen zu hinterlassen, zu Grunde gingen. — Bedeutende Gegner dieser Hypothese unter den Naturforschern! 1) Vom gr. palaiós, vormalig und on, das Wesen. 2) Vom gr. pétra, Stein, Fels und lat. facio, ich mache. 3) Lat. fossa, Grube.

3) Durch Überrindung oder Inkrustation. Diese besteht darin, daß sich entweder mechanisch zugeführte Stoffe, wie Sand und Thon, oder in Lösung befindliche Mineralmassen, wie kohlensaures Calcium (Kalksinter, Kalktuff), Kieselsäure oder Eisenhydroxyd, auf organischen Körpern niederschlagen, und in Form einer Kruste dieselben überziehen (in die Karlsbader Thermen gelegte Gegenstände überziehen sich sehr schnell mit einer Mineralkruste).

4) Durch Abformungen, welche sich als Abdrücke, Eindrücke oder Steinkerne zeigen. Hat ein organischer Körper (Blatt, Fisch) die Umrisse seiner äußeren Form auf der einhüllenden Mineralmasse hinterlassen, ist er aber selbst gänzlich aufgelöst oder verschwunden, so ist dies ein Abdruck (Typolith oder Spurenstein). Die Eindrücke, Abgüsse oder Spuren entstehen dadurch, daß Tiere, wie Vögel, Reptilien, Amphibien u. s. w. in Erdschichten Fährten hinterlassen. Die Steinkerne endlich entstehen, wenn hohle Körper (Muscheln, Schnecken, Seeigelschalen) von Mineralmasse ausgefüllt werden und die äußere Schale nach und nach verschwindet, so daß schließlich nichts anderes als das Ausfüllungsmaterial des hohlen Raumes, eine plastische Abbildung des Tierkörpers, übrig bleibt.

5) Durch eigentliche Versteinerung oder Petrificierung. Dieselbe besteht darin, daß der eingeschlossene Naturkörper ganz von Mineralmasse durchdrungen und in Stein unter Beibehaltung seiner Form umgewandelt wird. Die Versteinerungsmittel sind: kohlensaures Calcium, Kieselsäure oder verschiedene Schwefelmetalle, wie Schwefelkies, Bleiglanz u. s. w. Hiernach zerfällt die eigentliche Versteinerung in Verkalkung, Verkieselung und Vererzung (oder es gibt verkalkte, verkieselte und vererzte Petrefakten). Mit der Petrificierung geht bei manchen Körpern, wie Knochen und Muschelschalen, zugleich die Auslaugung Hand in Hand, indem die organische Substanz zerstört und durch das Versteinerungsmittel ersetzt wird, so daß die fossilen Knochen meistens bloß aus phosphorsaurem und kohlensaurem Calcium bestehen. Verkieselte holzige Pflanzenteile lassen meistens ihren anatomischen Bau sehr deutlich erkennen [1]).

1) Die jetzt unbestrittene Ansicht, daß die Versteinerungen wirklich nichts anderes seien als Reste von Tieren und Pflanzen, die einst gelebt haben, findet sich teilweise schon im Altertum (z. B. bei Herodot und Ovid), wurde aber immer

Dendriten. Auf manchen Gesteinen, z. B. auf Kalkschiefer, findet man ast- und moosartige, oder eisblumenähnliche Verzweigungen, sogenannte Dendriten, welche von Unkundigen für versteinerte Moose oder Flechten gehalten werden. Es sind dies aber in aufsaugendem Gestein niedergeschlagene, vorzugsweise aus Manganerz bestehende, baum- oder federähnlich verzweigte Ausscheidungen (Bildung der Eisblumen!).

Versuch. Man zerreibe Thon in Wasser zu einem dicken Brei, und streiche davon auf ein Blatt Papier eben aus, so daß die Fläche damit überzogen ist. Nun tauche man ein Holzstäbchen mit dem einen Ende, das man pinselartig geschnitten hat, in Wasser, in dem man Karmin verteilt hat, und stelle es sodann auf die mit Thonbrei bestrichene Fläche: die Karminmasse verteilt sich sofort astartig nach allen Richtungen. Läßt man nun das Ganze trocknen, so erhält man dendritenartige Figuren.

Zweiter Abschnitt.

Die dynamische Geologie.

Die dynamische[1]) Geologie ist die Lehre von den Kräften, welche bei der ursprünglichen Bildung und allmählichen Veränderung der Gesteine und der Erdoberfläche mitgewirkt haben und noch jetzt wirken. Die hauptsächlichsten Vermittler dieser bildenden und umgestaltenden Thätigkeit sind: die Luft, das Wasser, die Wärme und das Organische.

§. 10. Die geologische Thätigkeit der Luft.

Beobachtungen. 1) Winde führen oft von der Erdoberfläche Staub und Sand fort; dieses Material fällt wieder zur Erde nieder, wenn die bewegende Kraft erlischt, wodurch Sandanhäufungen entstehen. 2) In sandigen Gegenden, z. B. in der Umgebung Nürnbergs, wird trockner Sand vom Winde erfaßt und weiter getragen; hie und da

---

wieder mit abenteuerlichen Vorstellungen vermengt. So führte man die Versteinerungen im Mittelalter auf die Einwirkung der Gestirne zurück oder erklärte sie als Produkte einer im dunklen Schoße der Erde wirkenden bildenden Kraft (vis plastica), oder man sah sie als ein bloßes „Spiel der Natur" an. Erst seit Leonardo da Vinci brach sich nach und nach die richtige Ansicht Bahn. (Näheres in den „Verhandlungen deutscher Naturforscher 1893": Dr. Günther: „Paläontologie und physische Geographie in ihrer geschichtlichen Wechselbeziehung"; Leipzig, Vogel.) 1) Vom gr. dýnamis, Kraft, Einfluß.

staut er sich vor einem Hindernis auf, wodurch ein Sandhügel entsteht, der immer höher wird, eine Düne im kleinen (Schneewehen).

Die geologische Thätigkeit der Luft besteht darin, daß sie im Zustande der Bewegung abnagend, aufwirbelnd und fortführend auf die Erdoberfläche einwirkt. Man nennt diese Thätigkeit der Luft wohl auch Denudation[1]) oder Abtragung. Das hiedurch entstehende Material fällt dann an anderen Stellen wieder zur Erde nieder und häuft sich hier an, wodurch die Erdoberfläche lokal umgestaltet werden kann. Hieher gehörige Einzelerscheinungen sind:

1) Niederschläge von Sand, Staub, leichten Pflanzenteilen und kleinen Tierkörpern aus der Luft (Flugsand der Wüsten, Schwefelregen, Blutregen, roter Schnee).

2) Die Bildung von Dünen (Inlandsdünen, Stranddünen, wandernde Dünen, Entstehung von Wüsten und Steppen, Steinwüste).

3) Die Lufterosionen[2]). Diese zeigen sich an der Oberfläche der Felsmassen als tiefe, wie vom Wasser ausgenagte Rinnen und Furchen, und werden durch den Einfluß des Windes erzeugt.

4) Gewisse Lehmablagerungen, welche in neuerer Zeit nach dem Vorgange Richthofens als Anhäufungen durch Windwehen aus Steppengegenden oder Wüsten angesehen werden (Löß, Chinalehm, Pampasthon).

Übungsstoff. Die Quelle des Staubes und seine Rolle in der Natur! (Quellen: Verwitterung der Gesteine, Verbrennungsprozesse, vulkanische Ausbrüche, das vom Sturm gepeitschte Meer; Rolle: 1) er bewirkt, daß das Himmelsgewölbe hell erscheint, indem er die Lichtstrahlen zerstreut, welche die Atmosphäre durchziehen; 2) er trägt zur Entstehung der blauen Färbung des Himmels bei, indem seine Teilchen die kurzen Ätherwellen des blauen Lichtes zerstreuen und reflektieren, während sie zu klein sind, um die längeren Ätherwellen zu beeinflussen; 3) er hat wesentlichen Anteil an der Nebel- und Wolkenbildung, da er die sogenannten Kondensationskerne zur Verdichtung des Wasserdampfes bildet[3]).

§. 11. Die geologische Thätigkeit des Wassers.

Das Wasser übt eine großartige geologische Thätigkeit auf und

---

1) Vom lat. denudāre, entblößen. 2) Lat. erosĭo, f., Zernagung, von erodĕre, abnagen, wegfressen. 3) Daß sich ohne Vorhandensein solcher Kerne keine Nebel- und Wolkenbildung vollzieht, zeigt der folgende Versuch: man füllt eine große Flasche mit Luft, die man vorher durch Watte streichen läßt und dadurch von Kondensationskernen befreit. Leitet man nun in diese Flasche aus einem Kessel Wasserdampf, so bleibt er vollständig unsichtbar. Läßt man nun etwas gewöhnliche, staubhaltige Luft hinzu, so erscheint sofort dichter Nebel in der Flasche.

in der Erde aus. Es ist der Hauptfaktor der Oberflächengestaltung derselben, wie das Folgende zeigen wird.

I) Die Wirkungen des Wassers im allgemeinen.

a) Art des Vorkommens des Wassers. Das Wasser findet sich in der Natur in allen drei Aggregatzuständen (man vergleiche §. 6), und ist auch in allen diesen Zuständen an der Umbildung der Erdrinde beteiligt. Demnach können Wirkungen des luftförmigen, flüssigen und festen Wassers unterschieden werden.

b) Art seiner Wirkungen. Das Wasser wirkt in sehr mannigfaltiger Art auf das Material der Erdrinde ein, weshalb man verschiedene Wirkungen desselben unterscheiden kann, und zwar:

1) Mechanische Wirkungen. Diese bestehen darin, daß durch das Wasser Gesteinsteilchen losgetrennt, fortgeführt und an anderen Stellen wieder abgesetzt werden. Der mechanischen Wirkung des Wassers liegen folgende Gesetze zu Grunde:

α) Die zerstörende und fortführende Kraft des Wassers ist um so größer, je größer die wirkende Wassermasse und je größer die Geschwindigkeit derselben ist.

β) In langsam fließendem Wasser setzen sich von den in demselben schwebenden (suspendierten) Teilchen die schwersten zuerst zu Boden.

γ) Dringt eine Flüssigkeit mit suspendierten Substanzen durch einen porösen Körper (Sandschicht), so werden die festen Substanzen zurückgehalten.

2) Physikalische Wirkungen. Diese bestehen darin, daß das Wasser feste Bestandteile (auch luftförmige) auflöst, ohne den Stoff derselben zu verändern. Auch gehört hieher die Erscheinung, daß das Wasser durch seine Ausdehnung beim Übergang aus dem flüssigen in den festen Zustand Gesteine, in die es eingedrungen ist, zertrümmert. Die wichtigsten Gesetze der Lösung sind:

α) Es gibt schwer lösliche (Gips) und leicht lösliche Körper (Kochsalz, Bittersalz).

β) Eine bestimmte Gewichtsmenge Wasser löst bei einer bestimmten Temperatur nur eine ganz bestimmte Menge des löslichen Körpers auf (gesättigte Lösung. Anwesenheit von O, N und CO_2 in Wasser).

γ) Eine Flüssigkeit absorbiert umsomehr Gas, je größer der Druck auf sie ist.

3) Chemische Wirkungen. Dieselben bestehen darin, daß das Wasser oder seine gelösten Bestandteile, wie O und CO_2, gewisse Körper in Körper von anderer Zusammensetzung

überführen, die sich dann im Wasser lösen. Mit der chemischen Wirkung geht gewöhnlich die physikalische Hand in Hand. Über diese Wirkungsweise des Wassers kennt man folgende Erfahrungssätze:

α) Kohlensäurehaltiges Wasser vermag sonst unlösliche Salze (z. B. $CaCO_3$, $Ca_3(PO_4)_2$) aufzulösen. Beim Entweichen der CO_2 werden diese wieder unlöslich und scheiden sich ab.

β) Kohlensäurehaltiges Wasser ist imstande, Silikate zu zersetzen, wobei sich Karbonate und Kieselsäure bilden.

γ) Das Wasser verbindet sich chemisch mit gewissen Körpern (Anhydrit und Wasser gibt Gips).

δ) Bei Gegenwart von Wasserdampf und oft unter Beihilfe von CO_2 vermag der O der Luft viele Körper zu oxydieren oder höher zu oxydieren (Rost, Grünspan).

ε) Organische Körper des Wassers wirken bei ihrer Verwesung reducierend auf Sauerstoffverbindungen (aus Eisenvitriol Eisenkies).

II) Die Wirkungen des Wassers im besondern.

Hiebei handelt es sich um die Wirkungen des Wasserdunstes und Regenwassers, des Untergrundwassers und der Quellen, des auf der Erdoberfläche fließenden Wassers, des Meerwassers, sowie des Schnees und Eises.

α) Die geologische Thätigkeit des Wasserdunstes und des Regenwassers.

Beobachtungen. Man achte auf alle Erscheinungen und Veränderungen in seiner Umgebung, welche durch das Regenwasser hervorgebracht werden.

a) Allgemeines. In der Atmosphäre tritt das Wasser teils als Wassergas (vollständig luft- oder gasförmig), teils als Wasserdunst oder Wasserdampf (mit Luft gefüllte Wasserbläschen), teils als Regen (ganz tropfbar) und teils als Eis und Schnee (fest krystallisiert) auf. Mit der Luft gelangt der Wasserdunst auf und in die Gesteine (Poren) und wirkt hier, unterstützt durch O und CO_2, chemisch zersetzend auf die Erdrindenmasse ein. Diese Thätigkeit des Meteorwasserdunstens wird wesentlich unterstützt durch das aus der Verdichtung desselben entstehende Regenwasser, das auf die Erde niederfällt und in die Gesteine einsickert. Beide Körper, der Wasserdunst und das Regenwasser, bewirken, unter Hilfe der atmosphärischen Gase und der wechselnden Wärme, die Verwitterung der Ge-

steine[1]), d. i. eine Umänderung ihrer Oberfläche und ein allmählicher Zerfall derselben. Diese Umänderung besteht entweder in einer Auflockerung und teilweisen Fortschwemmung der Gesteine, oder in einer vollständigen Veränderung ihrer ursprünglichen Zusammensetzung. Diese Veränderungen können bewirkt werden:

1) Durch mechanische Zertrümmerung. Der mit Heftigkeit niederfallende Regen kann Gesteine zerbröckeln und aushöhlen („der fallende Tropfen höhlt den Stein aus"). Durch die Ausdehnung und Zusammenziehung der Gesteine unter dem Einfluß von Wärme und Kälte können sich kleine Spalten, Sprünge und Risse in denselben bilden. Durch das in die Ritzen und Spalten der Felsen eindringende Wasser werden diese gesprengt, wenn das Wasser gefriert (Lockerung durch Frost). Auch die Pflanzenwurzeln können zur Lockerung der Gesteine beitragen; inwiefern? (S. 44.)

2) Durch Auflösung. Abgesehen von den leicht löslichen, und aus diesem Grunde selten und nur in geschützten Lagen vorkommenden Körpern, wie Eisen- und Kupfervitriol, Alaun, Salpeter, Bittersalz u. s. w. wirkt das Sickerwasser hauptsächlich auf die Gesteine: Steinsalz, Gips, Kalkstein und Dolomit stark lösend und wegführend ein.

3) Durch Verwandlung wasserfreier Mineralien und Gesteine in wasserhaltige (Hydratisierung). Solche Vorgänge sind z. B. die Umwandlung des Eisenoxyds in Eisenoxydhydrat, die Verwandlung des Anhydrits in Gips u. s. w.

4) Durch Oxydation. Auf einer Oxydation beruht z. B. die Umwandlung des Spateisensteins in Brauneisenstein, die Überführung vieler Schwefelmetalle in schwefelsaure Salze (Eisenkies in Eisenvitriol, Zinkblende in Zinkvitriol).

5) Durch Zersetzung von Silikaten. So werden z. B. Kalium- und Natriumsilikate durch kohlensäurehaltiges Wasser unter Abscheidung von Kieselsäure in kohlensaure Alkalien übergeführt.

6) Durch Reduktion. Verwesende organische Substanzen und ihre Zersetzungsprodukte können Eisenoxydverbindungen zu Eisenoxydulverbindungen, schwefelsaure Salze zu Schwefelmetallen, ja Metallsalze selbst zu gediegenen Metallen reduzieren.

b) Resultate dieser Wirkungen: 1) Zerstörung, Zerfall und Wegführung von Gesteinen; 2) Entstehung von Minerallösungen; 3) Neubildungen (Absätze, Kalktuff, Kalksinter, Tropfsteine).

c) Einzelne Schöpfungen des Wasserdunstes und

---

1) Nach neueren Untersuchungen (A. Müntz) sind an der Verwitterung der Gesteine und namentlich an der Bildung der Ackerkrume in hohem Grade auch Mikro-Organismen beteiligt.

des Regenwassers. In der unter a) geschilderten Weise bringen Wasserdunst und Regenwasser eine große Zahl von Erscheinungen hervor, deren wichtigsten die folgenden sind:

1) Die Bildung des Thones (Chemie, S. 116).

2) Höhlenbildungen. Dringt reines Regenwasser oder kohlensäurehaltiges durch Ritzen und Spalten in das Erdinnere ein und gelangt hier zu Steinsalz-, Gips-, Dolomit- oder Kalksteinlagern, so löst es allmählich diese Lager auf und führt dieselben weg, wodurch Hohlräume oder Höhlen (Grotten) von beliebiger Gestalt und Größe entstehen. Auch durch Wegspülung von Thonlagern können Höhlen entstehen.

α) Besondere Erscheinungen mancher Höhlen sind:

1) Die Tropfsteine, welche auf folgende Weise entstehen. Gelangt mit gelöstem Kalk beladenes Regenwasser beim Eindringen in die Erde auf Höhlen, so durchdringt es die Spalten der Höhlendecke und scheidet hier, da ein Teil der Kohlensäure entweicht, den Kalk in Gestalt eines erdigen Bodensatzes ab (aus den Lösungen von saurem oder doppelt kohlensaurem Calcium, $CaH_2(CO_3)_2$, scheidet sich bei der Verdunstung des Wassers oder bei Entweichung eines Teils der Kohlensäure kohlensaures Calcium, $CaCO_3$, ab). Fallen hiebei die durchsickernden Wassertropfen so langsam, daß sie an der Höhlendecke hängen bleiben, bis sich ein Teil des Kalkes ausscheidet, so entstehen eiszapfenartige Gebilde an der Decke, die man Stalaktiten[1]) nennt (ähnlich wie das Schneeschmelzewasser bei seinem Abflusse an der Dachtraufe zu Eiszapfen gefriert). An den Stellen, wo die fallenden Tropfen aufschlagen, scheidet sich ebenfalls Kalk aus, wodurch die Stalagmiten[2]) entstehen. Durch Vereinigung der Stalagmiten und Stalaktiten bilden sich Kalksintersäulen (geologische Orgeln). Fließt die Lösung von kohlensaurem Calcium reichlich und breitet sich auf den Wänden der Höhle aus, so bilden sich mehr oder minder dicke Überrindungen oder Inkrustationen, welche dieselben in den mannigfachsten Formen (Falten, Lappen, Fahnen, Gefieder ähnlich) überziehen.

2) Die in dem thonigen oder lehmigen Schlamme des Bodens mancher Höhlen vorkommenden Tier- und Menschenreste (Knochenhöhlen).

3) Die Gipskrystalle in den Gipsschlotten (Höhlen in Gipsgebirgen).

β) Beispiele einiger Höhlen. 1) Die Höhlen von Muggendorf, Gailenreuth, Rabenstein, Krottensee und Steinbach, im fränkischen Jura[3]).

---

1) Vom gr. stalásso, ich tropfe. 2) Vom gr. stalágma, der Tropfen. 3) Die Höhle Krottensee, die man bequem von der Bahnstation Neuhaus (Nürnberg—Hersbruck—Neuhaus) erreichen kann, führt den Namen Maximiliansgrotte, ist eine Tropfsteinhöhle und gehört sicherlich zu den schönsten und größten derartigen Höhlen Deutschlands. Sie zerfällt in verschiedene Abteilungen, von denen das Windloch, die Orgelgrotte, die Adlergrotte und der Krystallpalast besondere Beachtung verdienen.

2) Die Biels- und Baumannshöhle im Harz.
3) Die Nebelhöhle bei Pfullingen in der schwäbischen Alp.
4) Die $2^1/_2$ geographische Meilen lange Adelsberger Höhle in Krain.
5) Die 160 m weite und 80 m hohe Höhle von Antiparos.
6) Die 18 km lange Mammutshöhle in Kentucky.

3) Die Erdfälle oder Bergeinknickungen. Dadurch, daß die Decken der in geringerer oder größerer Tiefe des Erdinnern durch Wasser ausgenagten Hohlräume die darauf ruhenden Lasten nicht mehr zu tragen vermögen und deshalb mit diesen zusammenbrechen, bilden sich auf der Erdoberfläche Spalten, oder trichter- und kesselförmige Vertiefungen und Einsenkungen, die man Erdfälle, Erdstürze, Wetterlöcher, Erdtrichter oder Dollinen [1]) nennt. Diese Zusammenbrüche können Erdbeben im Gefolge haben.

Die Oberfläche des Karstes in Krain und die Plattfläche des Frankenjura zeigen diese Erscheinung in großartigem Maßstab. Liegen solche Höhlen nicht tief unter der Erdoberfläche, so entsteht durch den Zusammensturz ihres Deckengesteins nicht selten ein wahres Chaos von Felsblöcken, ein „steinernes Meer" (das zwischen Bayern und Salzburg befindliche karstähnliche Kalkplateau).

4) Die Erdrutschungen, Bergstürze oder Bergschlüpfe. Darunter versteht man plötzliche Loslösungen größerer Erd- oder Gesteinsmassen von Bergen.

α) Dieselben entstehen dadurch, daß zwischen festen Gesteinsschichten befindliche Thonlager durch einsickerndes Regenwasser zu Brei erweicht werden, so daß die darüber liegende Gebirgsmasse, falls diese Schichten nach dem Thale zu einfallen, ihren Halt verliert und sich auf dem geneigten, schlüpferigen Thonlager in Bewegung setzt, um das Thal oft für große Strecken zu verschütten (Erdrutschungen im kleinen).

β) Beispiele. 1) Der Bergschlüpf am 2. September 1806 an

Jede dieser Abteilungen enthält äußerst interessante Tropfsteingebilde von teilweise glänzend weißer Farbe. Näheres über diese Höhle ist zu finden im „Bayerland", Nr. 8, 1893.

Die Steinbachhöhle unweit des Dorfes Steinbach bei Sulzbach läßt sich bequem von der Bahnstation Neukirchen (Nürnberg—Hersbruck—Neukirchen) erreichen und ist ebenfalls eine Naturmerkwürdigkeit ersten Ranges. Sie enthält auch sehr schöne und wunderliche Tropfsteingebilde, die sich mit denen der Höhle Krottensee messen können; außerdem ist sie aber dadurch noch höchst merkwürdig, daß man in ihr etwa 2 Dutzend menschlicher Skelette, sowie Knochen des braunen Bären und Wolfes ꝛc. fand. Nach J. Ranke in München, der diese Höhle eingehend untersuchte, gehören diese Skelette (die Schädel sind dolichocephal, langköpfig) der „jüngeren Steinzeit" an, so daß die Menschen, die in dieser Höhle ihre letzte Ruhe fanden, etwa 3000 vor unserer Zeit gelebt haben mögen. 1) Vom slavischen Wort dolina, Thal.

dem Roßberg im Kanton Schwyz, der das fruchtbare Goldauer Thal samt den Bewohnern des Fleckens Goldau vergrub.

2) Der Bergsturz bei Caub, der 1876 das Rheinthal bedrohte.

3) Der Bergrutsch von Elm (Kanton Glarus) am 11. September 1881.

4) Eine Erdrutschung im großen fand 1887 in der Stadt Zug am Zuger See statt, wobei plötzlich eine Fläche von 140 m Länge und 70 m Breite mit einer Straße und etwa 40 Häusern in den See versank und 12 Menschen ihr Leben verloren.

5) Besondere Oberflächenformen. Unter dem Einfluß der verschiedenen Verwitterungsfaktoren, namentlich des Wasserdunstes und des Regenwassers, entstehen eigentümliche Gestaltungen der Erdoberfläche und der Gebirge, unter denen folgende hervorgehoben seien:

1) Die Regen- oder Wasserrinnen (Regenrillen, Regenschluchten), Vertiefungen in Gestein, die durch das herabfallende, sich ansammelnde und fortfließende Regenwasser hervorgebracht werden. Aus ihnen werden allmählich breitere und tiefere Einschnitte, Thäler.

2) Die Karrenfelder. So nennt man wenig geneigte, aus Kalkfelsen bestehende Bergflächen mit einer großen Anzahl der verschiedensten Furchen und Einrisse (Karren oder Schratten), die durch Regen- und Schneewasser entstanden sind. Sie kommen auf den Hochalpen häufig vor (Faulhorn, steinernes Meer).

3) Die Erdpfeiler und Erdpyramiden, kegelförmig zulaufende, nach oben gewöhnlich frei aufragende, aus lehmig sandigen Schuttanhäufungen bestehende Erdmassen, welche auf ihrer Spitze gewöhnlich einen Geröllblock tragen. Dieselben entstehen dadurch, daß das Regenwasser nach und nach die Schuttmassen solange ausnagt, bis ein größerer in dem Schutt liegender Stein seine Unterlage vor einer weiteren Einwirkung des Regenwassers schützt, so daß dann unter diesem Hut eine oft bis zu 30 m hohe Säule entsteht (bei Botzen, in Colorado).

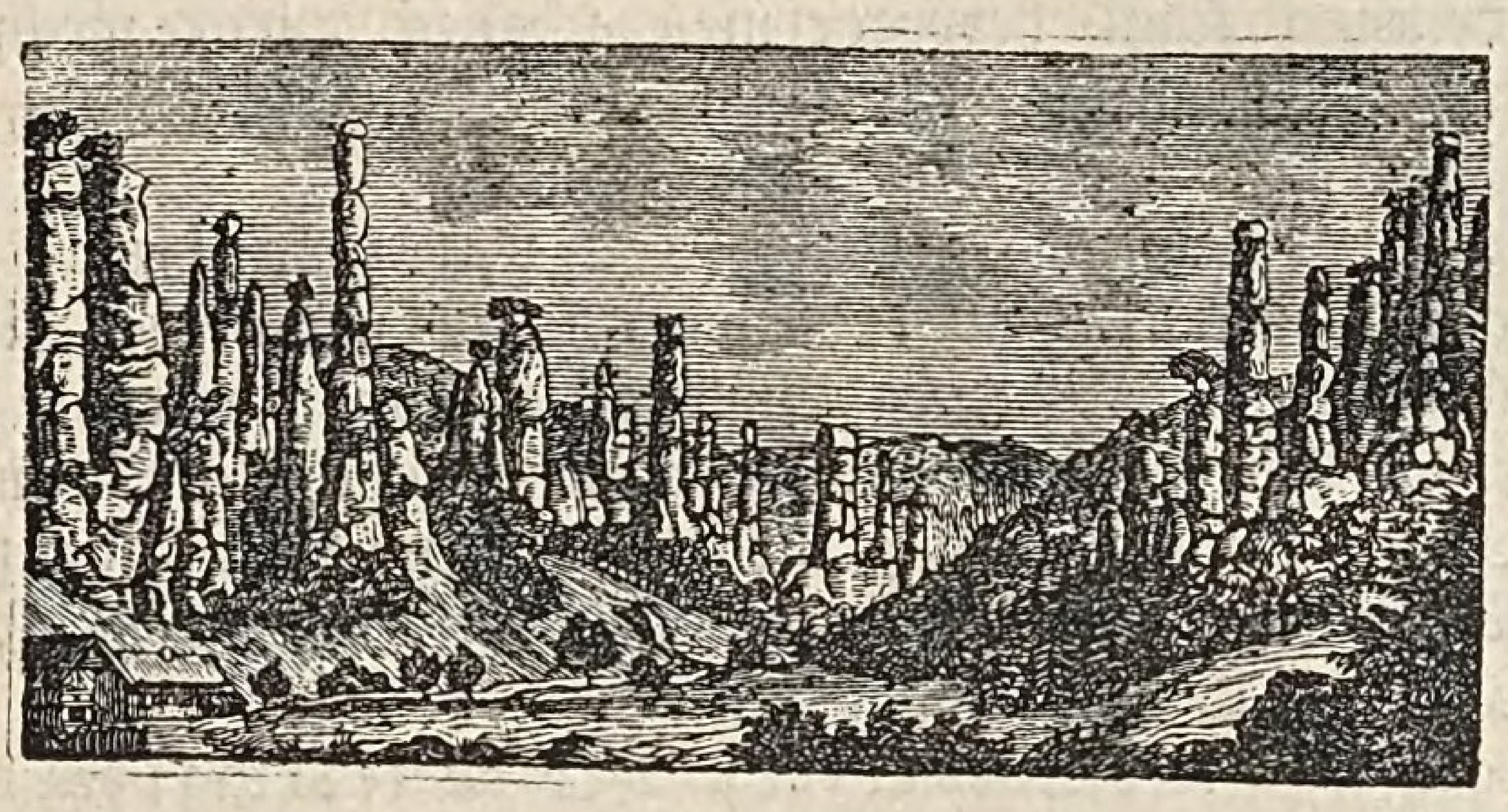
4) Die Felsruinen und Steinwälder. Es sind dies eigentümliche, durch Verwitterung und Abnagung entstandene, sehr zierliche und malerische Felsbildungen, die sich hauptsächlich im Gebiet des Granits, Buntsandsteins, Juradolomits und Quadersandsteins finden. Beispiele. Steinwald von Adersbach; Steinwälder der sächsischen Schweiz: Fig. 1 stellt einen Steinwald aus dem Bielergrund der sächsischen Schweiz dar; Dolomitfelsen von Tüchersfeld in der fränkischen Schweiz.

5) Die kleineren Kontouren der Berge und Gebirge, wie Nadeln, Spitzen und Zinnen, die, wie die vorigen Erscheinungen, aus der ungleichen Widerstandsfähigkeit der Gesteine gegen die Verwitterungsfaktoren sich erklären.

β) Die geologische Thätigkeit der Quellen.

Beobachtungen. 1) Man gebe auf alle Erscheinungen in seiner Umgebung acht, welche durch Quellen verursacht werden! 2) In der

Fig. 1.



Umgebung Altdorfs beachte man insbesondere die Absätze der Sophienquelle bei Grünsberg (Kalktuff unterhalb des durch die Quelle gebildeten Weihers, Inkrustationen ꝛc.). 3) In der Nähe von Oberrieden betrachte man die Kalktufflager; wie mögen diese entstanden sein?

a) Begriff und Entstehung. Quellen sind unmittelbar aus dem Erdboden hervordringende Wasseransammlungen. Sie entstehen meist dadurch, daß das Regenwasser der Erdoberfläche in den Boden einsickert und auf undurchlässige Schichten trifft.

b) Verschiedenheit der Quellen. Die Quellen lassen sich nach verschiedenen Gesichtspunkten einteilen:

α) Nach der Art ihres Hervortretens unterscheidet man zunächst natürliche (freiwillig aus der Erde hervortretende) und künstliche (absichtlich erbohrte) Quellen. Jene heißen Schichtquellen (absteigende Quellen), wenn das Wasser an der Grenze einer undurchlässigen geneigten Schicht hervortritt; Überfallquellen, wenn das Wasser durch poröses Gestein zu einer darunter liegenden, nach innen vertieften, undurchlässigen Schicht dringt, wo es sich ansammelt, und schließlich an den Rändern der unteren Schicht hervorquillt; Spaltquellen (aufsteigende Quellen), wenn das auf einer wasserdichten Schicht gesammelte Wasser in stark zerklüftetem Gestein nach oben steigt und hier zu Tage tritt. Zu den künstlichen Quellen gehören die gewöhnlichen und die artesischen Brunnen.

β) Nach der Art ihres Fließens unterscheidet man: 1) gleichförmige oder permanente Quellen, d. h. solche, die das ganze Jahr über fast gleich stark fließen; 2) periodische Quellen, welche eine mit den Jahreszeiten wechselnde Ergiebigkeit zeigen (Hungerquellen hören bei Trockenheit ganz auf zu fließen und erscheinen erst wieder nach einer Regenzeit); 3) intermittierende[1]) Quellen, das sind solche Quellen, die Stunden, Tage oder Monate aussetzen und dann wieder erscheinen, oder in bestimmten Zwischenzeiten ein heftigeres Auf-

1) Lat. intermittĕre, eine Zeit lang aufhören.

wallen zeigen, das sich oft zu einer förmlichen Wassereruption steigert, so daß Wassergarben von 10 bis 15 m Höhe emporgeschleudert werden. Diese Erscheinung kann hervorgerufen werden durch wechselnde Gasspannung im Quellenherde (wie bei dem Geiser auf Island), oder durch heberartig wirkende Kanäle im Erdinnern.

γ) Nach der Temperatur des Quellwassers kann man unterscheiden: 1) heiße Quellen oder Thermen, das sind Quellen, deren Temperatur eine bedeutend höhere ist als die mittlere Temperatur des Ortes, an dem sie hervorbrechen; 2) kalte Quellen, das sind solche, welche eine gleichmäßig niedrigere Temperatur besitzen als die mittlere Jahrestemperatur des betreffenden Ortes; 3) Quellen mit veränderlicher Temperatur.

δ) Nach den Bestandteilen des Quellwassers. Da das Wasser im Erdinnern in innige Berührung mit den verschiedensten, teils löslichen, teils der Zersetzung fähigen Mineralien und Gesteinen kommt, so muß dasselbe eine größere oder geringere Menge von Mineralstoffen in sich aufnehmen und mit sich fortführen. Zu den gewöhnlichen Bestandteilen des Quellwassers gehören:

1) Die schon in reinem Wasser löslichen Salze der Alkalimetalle (wie Pottasche, Soda, Salpeter, Kochsalz und Glaubersalz), der Erdalkalimetalle (wie Chlorcalcium, Kalksalpeter, Bittersalz und Gips), der Erdmetalle (wie Alaun) und der Schwermetalle (Eisen-, Zink- und Kupfervitriol).

2) Die in kohlensäurehaltigem Wasser löslichen Salze der Erdalkalimetalle (kohlensaures Calcium und Magnesium) und der Schwermetalle (Spateisenstein). — Solche Quellen, welche größere Mengen mineralischer Bestandteile mit sich führen, nennt man Mineralquellen, die man in Solquellen, Säuerlinge, Bitterquellen und Schwefelquellen unterscheidet.

c) Die Schöpfungen der Quellen. Das mit den verschiedensten Mineralsubstanzen beladene Quellwasser scheidet auf seinem unterirdischen Wege infolge von Verdunstung, Wärmeverlust, Druckabnahme oder Kohlensäureausscheidung in Hohlräumen oder Spalten viele der gelösten Stoffe wieder in fester Form ab. Ganz besonders geht dieser Ausscheidungsprozeß da vor sich, wo die Quelle zu Tage tritt, weil sich hier alle die den Absatz befördernden Umstände zusammenfinden. Die wichtigsten hiedurch entstehenden Neubildungen und Ablagerungen sind:

1) Die Mineralabsätze in Drusen- und Blasenräumen (Höhlungen im Gestein), z. B. die Mandelsteinbildungen im Melaphyr, Basalt, Phonolith und Diabas.

2) Die Mineralabsätze in Spalten, die sogenannten Mineralgänge. Diese führen entweder nur Kalkspat, Quarz, Schwerspat oder Flußspat, oder neben diesen auch Erze, wie die des Eisens, Bleies und Kupfers.

3) Die Absätze in Höhlen (man vergl. S. 24).

4) Die Absätze von kohlensaurem Calcium an der Erdoberfläche in Form einer erdigen Masse. Man nennt diese Ablagerungen von $CaCO_3$ aus Quellen Kalktuff oder Kalksinter, in der Umgebung von Rom Travertino [1]). Solche Bildungen findet man in allen an Kalkstein reichen Gegenden, namentlich aber in Italien, wo die kalkreichen Apenninen das Material dazu liefern, besonders bei San Filippo in Toscana und bei Tivoli; dieser Kalksinter gesuchtes Baumaterial in Italien: Kolosseum, Peterskirche in Rom 2c.

γ) Die geologische Thätigkeit der Bäche, Flüsse und Ströme.

Beobachtungen. 1) Man beachte in seiner Umgebung die Veränderungen, welche das fließende Wasser hervorbringt! 2) Bei Reisen durch Gebirgsgegenden, z. B. das südliche Bayern, die Schweiz 2c., widme man diesen Erscheinungen besondere Aufmerksamkeit! 3) In der Umgebung von Altdorf suche man auf und betrachte genau: die „Röthenbachklamm", die „Teufelskirche" und „Wolfsschlucht" bei Grünsberg, den „Dockelesgraben" und die „Teufelsschlucht" in der Nähe der Prethalmühle (jenseits der Schwarzach), sowie die Schluchten in der Nähe der „Felsenkeller"!

a) Allgemeines. Sobald die Quelle ihre Ursprungsstelle verläßt und sich auf der Erdoberfläche weiter bewegt, wird sie zum fließenden Wasser, zum Bach, zum Fluß und Strom. Die geologische Thätigkeit des Fließwassers ist eine zweifache: eine physikalisch-chemische und eine mechanische. Die erstere, die teils zerstörend (Höhlenbildung, S. 24), teils neubildend (Kalktuff, S. 29) wirkt, geht mit der letzteren Hand in Hand [2]). Diese ist eine dreifache: eine zerstörende oder erodierende, eine fortschaffende oder transportierende und eine ablagernde oder sedimentierende.

Die erstere besteht darin, daß sich das fließende Wasser durch Abreibung, Zertrümmerung und Weiterschleppung von Gesteinsfragmenten Furchen und Rinnen bildet, die mit der Zeit tiefer und breiter werden und Thalbildungen veranlassen [3]). Dieser Prozeß der Auswaschung oder Erosion wird wesentlich durch die Verwitterung begünstigt und befördert.

Die Fortführung (Transportation) und Ablagerung (Sedimentation) von Gesteinsmassen durch fließendes Wasser geht in der Weise

---

1) It. travertino, lat. Lapis Tiburtīnus, von der alten Stadt Tibur, jetzt Tivoli. 2) Alle Erscheinungen, welche auf der chemisch lösenden Wirkung des Wassers beruhen, nennt man auch die Korrosion der Gesteine; Korrosion, f., Auflösung, vom lat. corrodĕre, zernagen, zerfressen. 3) Die Loslösung und Weiterschleppung fester Stoffe durch die Kraft des fließenden Wassers nennt man auch die Ablation, d. i. Wegnahme, Entfernung.

vor sich, daß das von der Verwitterung der Gebirge herrührende Material (Gesteinsschutt und Gesteinsgrus) durch Regengüsse in die Gebirgsbäche und aus diesen in die Flüsse geführt, von letzteren weitergeschafft, an bestimmten Stellen abgelagert und zu Neubildungen verwendet wird. Mit dieser Verschleppung und Ablagerung von Gesteinsmassen geht eine natürliche Sichtung derselben Hand in Hand: in jedem Flußlauf werden die gröbsten Gesteinstrümmer, die großen Blöcke und das grobe Geschiebe, zuerst, die kleineren Gesteinsreste, der sogenannte Kies oder Schotter, später, die feinsten Gesteinsmassen aber, der Sand und Schlamm, zuletzt, an den Mündungen der Flüsse, abgelagert.

b) Einzelne Erscheinungen. Von den zahlreichen, durch das Fließwasser hervorgebrachten Erscheinungen mögen folgende hervorgehoben werden:

1) Die Bildung von Furchen, Regen- und Wasserrinnen, tieferen Einschnitten, Flußbetten, Schluchten, Klammen[1]), Tobeln, Engthälern oder Cañons und eigentlichen Thälern.

Beispiele. Das Donauthal bei Weltenburg; das eiserne Thor an der Donau in der Gegend von Orsova, wo sie auf 97 m Breite eingeengt ist; das Rheinthal unterhalb Bingen; das Weserthal bei der porta westphalica; das Elbethal in der sächsischen Schweiz; die sog. Öfen der Salzach; die vielbewunderten Klammen des Alpengebirges (Breitach-Klamm, Hölltobel ꝛc. bei Oberstdorf im Allgäu, 60 m tief); namentlich die großartigen Cañons[2]) des Colorado in Nordamerika, wo es Thalschluchten von 2000 m senkrechter Tiefe gibt. Da, wo im Flußlauf Wasserfälle entstehen, tritt die Erosionsthätigkeit des Wassers in erhöhtem Maße auf.

2) Die Bildung von Terrassen in dem engen Thale des oberen Laufes der Flüsse. Es sind dies stufenweise Absenkungen der Thalränder gegen die Mitte des Flußlaufes hin.

Entweder entstehen diese durch eine allmählich fortschreitende Erosion oder Vertiefung des Flußbettes, oder durch öfters wiederkehrende Hochwasserfluten, welche das im Oberlauf des Flusses angesammelte Geröll wegschaffen und dadurch das Flußbett vertiefen.

3) Die Entstehung der sog. Riesentöpfe oder Teufelsmühlen. Dies sind mehr oder weniger kesselförmige Vertiefungen in der Nähe von Stromschnellen und enthalten meist Rollsteine.

1) Die Klammen (Einz.: die Klamme) und Tobel (m) sind tiefe und dabei sehr schmale in das Gestein und feste Felsmassen eingeschnittene Schluchten, welche sich die Bäche und Flüsse zu ihrem Rinnsal ausnagen. Die oft ganz nahe aneinander reichenden Wände (man kann sie häufig überschreiten), sind zuweilen ganz senkrecht, oft buchtenartig ausgewölbt. 2) Cañon, Röhre oder Rinne.

Sie scheinen dadurch entstanden zu sein, daß die Wucht des Wassers diese Steine dauernd wie ein Mühlrad in wirbelnde Bewegung versetzt hat (auch im Gebiete früherer Gletscher).

4) Die Stein- und Erdschuttablagerungen. Diese finden überall da statt, wo die Geschwindigkeit des Wassers eine geringere wird, also an großen Flußkrümmungen, an der Einmündung eines reißenden Gebirgsbaches in einen Fluß, an der Mündung der Flüsse in Seen und ins Meer. Man nennt die Ablagerungen der Flüsse fluviale[1]) Bildungen oder Fluß-Alluvionen[2]), die Ablagerungen in Seen lakustrine[3]) Bildungen und die Ablagerungen an den Mündungen des Meeres, wo durch Vermischung von Süß- und Salzwasser sog. Brackwasser entsteht, fluvio-marine[4]) oder brackische Bildungen. Durch dieselben können entstehen:

α) Die sog. Schuttkegel, lockeres Gesteinsmaterial von verschiedener Größe, das sich da absetzt, wo ein Wasserlauf mit starker Neigung in die Thalsohle tritt (häufig in den Alpen: Etschthal).

β) Kies-, Sand- und Schlammbänke, Barren, Nehrungen, Halbinseln und Deltas an der tief eingebuchteten Mündung langsam dem Meere zueilender Flüsse. Die großartigsten Beispiele von Deltas finden sich an der Mündung des Nils, des Mississippi, des Ganges, des gelben Flusses, des Po und des Rhein. Die Flußmündungen können sein: Deltamündungen (Nil, Po), Haff- und Barrenmündungen, an der Küste des schwarzen Meeres Limanen, Trichtermündungen oder Ästuarien[5]) und freie oder einfache Mündungen.

γ) Förmliche Verstopfung der Flußläufe, so daß die Flüsse genötigt werden, sich ein anderes Bett zu bilden.

δ) Seen, Moore, Brüche und Marschen, indem das fließende Wasser durch die Schuttablagerungen gestaut wird.

δ) Die geologische Thätigkeit des Meeres.

a) Allgemeines. Diese ist, wie die des fließenden Wassers, eine zweifache: eine physikalisch-chemische und mechanische. Die erstere besteht hauptsächlich in dem Absatz der im Meer gelösten mineralischen Stoffe (Salzablagerungen in den Alpen und Karpathen). Mechanisch thätig ist nur das bewegte Meerwasser. Der durch Meeresströmungen, Ebbe und Flut, Wind und Sturm oder Erdbeben (Wasserbeben) in Bewegung versetzte Ocean übt, wie

---

1) Lat. fluviālis (v. flūvius, Fluß), durch Flüsse entstehend. 2) Lat. alluvĭo (von alluĕre, anspülen), die Anschwemmung. 3) Lat. lacustris, zum See gehörig. 4) Lat. marīnus, das Meer, mare, betreffend. 5) Lat. aestuarium, v. aestus, Meeresflut.

das fließende Wasser, eine zerstörende, transportierende und wiederabsetzende Wirkung aus.

Infolge der zerstörenden Wirkung des Meeres sind die Küsten beständigen Veränderungen unterworfen; die härtesten Felsmassen werden allmählich unterwühlt, die obern Schichten stürzen nach, die Blöcke werden abgeschliffen und zu Sand und Schlamm zertrümmert. Transportierend und absetzend wirkt das Meer nur in der Nähe von Küsten.

b) Besondere Erscheinungen der geologischen Thätigkeit des Meeres. Zu diesen gehören u. a.:

1) Die sonderbarsten Felsbildungen (Hörner, Nadeln, Thore, Höhlen ꝛc.) an den Küsten.

Beispiele. Helgoland, Schottland, Irland.

2) Die kleinen Inseln an flachen Felsenküsten.

Beispiele. Die Scheren oder Schären in Schweden.

3) Die Zurückrückung der Küsten und Bildung von Meeresbusen. Diese Erscheinungen entstehen bei Flachküsten mit wenig widerstandsfähigem Material (lockere Sand- und Erdmassen, Sandsteine, Schieferthone) dadurch, daß durch die stets abspülende Thätigkeit des Meeres das lockere Gesteinsmaterial losgerissen und nach dem offenen Meere zu geschwemmt wird, so daß dann bei großen Fluten und Stürmen große Länderstrecken vom Meere bedeckt werden können und Meeresbusen entstehen.

Beispiele. Das Zurückweichen der Küsten von Norfolk und Suffolk in England in wenigen Jahren um 16 m; Entstehung des Dollart (1287) und Jahdebusen, von denen zu Anfang des 13. Jahrhunderts noch keine Spur vorhanden war; Bildung der Zuidersee (1219–1287); Entstehung der Halligen an der Westküste der jütischen Halbinsel.

4) Die Strand- oder Uferwälle. Es sind dies oft hoch aufgetürmte, meilenweit sich erstreckende gröbere Sand- und Kiesmassen an den Küsten, herrührend von dem Material, das die Flüsse dem Ocean zuführen, vermehrt um die Produkte der zerstörenden Meereswogen (litorale [1]) Bildungen). Strandwälle am Ausgange flacher Buchten verwandeln diese allmählich in Binnenseen oder Lagunen. An den Mündungen der Flüsse treten die Uferwälle als Landzungen oder Nehrungen zwischen den Lagunen der Flußmündungen, den Haffen, und der offenen See

1) Lat. litorālis (v. litus, Meeresufer, pl. litŏra), das Strand- oder Küstenland betreffend.

auf (die Sandbänke oder Barren). Hinter den Nehrungen sammelt sich süßes Wasser, untermischt mit Seewasser, sog. Brackwasser, an, mit eigentümlicher Fauna. Die allmähliche Ausfüllung der Lagunen kann zu Deltabildungen Veranlassung geben.

Beispiele. Uferwälle finden sich an den Gestaden der Nord- und Ostsee (Kurische Nehrung, Kurisches Haff, Frisches Haff); die Uferwälle, welche an der Westküste des schwarzen Meeres die Mündung der Flüsse bogenartig umziehen, heißen Peressips; auch die Ostküste Nordamerikas ist reich daran.

5) Die Seichtmeerbildungen. Dies sind Massen von Sand und Schlamm, welche durch die zurücklaufende Brandungsströmung von dem groben Material der Strandwälle abgeschlemmt, weiter ins Meer geführt und hier im Seichtwasser abgesetzt werden (subpelagische[1]) Bildungen).

Die Tiefmeerabsätze (die pelagischen Bildungen) sind nicht klastischer Natur, sondern verdanken ihre Entstehung der Thätigkeit niederer Meerestiere.

6) Die Dünen. Es sind dies bis zu 60 m hohe Hügel von Sand an Flachküsten und entstehen dadurch, daß die von der See wehenden Winde aus dem Material der Strandwälle den feinen, trocken gewordenen Sand trennen, ihn landeinwärts tragen und ihn da anhäufen.

Beispiele. Ein fast zusammenhängender Dünenzug vom Kap Skagen bis nach Frankreich; Dünen in den Landes und an der Ostsee.

Aufgabe. Die zerstörende und reproducierende Thätigkeit der Flüsse und der Meere!

ε) Die geologische Thätigkeit des gefrorenen Wassers.

a) Verschiedene Form. Das gefrorene Wasser tritt als Eis und Schnee auf.

Das erstere ist entweder Süßwassereis, stalaktitisches Eis (in feuchten Höhlen) oder Meereis. Der Schnee ist eine lockere Anhäufung kleiner Eiskrystalle. Aus ihm entsteht durch Druck und durch teilweises Zusammenschmelzen das Schneeeis oder der Firn und daraus das Gletschereis.

b) Schneegrenze. In allen Hochgebirgen gibt es eine Grenze, oberhalb welcher der atmosphärische Niederschlag immer in fester Form als Schnee fällt und als solcher niemals verschwindet Man nennt diese Grenze die Schneelinie oder Schneegrenze.

---

1) Vom gr. pélagos, das Meer; soviel als im Meer gebildet.

Die Höhe derselben ist abhängig von der geographischen Lage (in den Polargegenden reicht sie bis ans Meer, in den Alpen liegt sie zwischen 2600—2750 m Höhe, am Himalaja 4000—5000 m hoch), von der Menge des Niederschlages, von der Beschaffenheit des Windes etc.

c) Lawinen. Es sind dies größere, plötzlich ins Rutschen oder Fallen kommende Schnee- oder Eismassen.

α) Arten. Man unterscheidet: 1) Rutschlawinen, die im Frühjahr dadurch entstehen, daß die unteren Schneemassen durch das einsickernde Tauwasser gelockert werden und herabgleiten. Bei geringer Neigung des Bodens heißen sie Rutschlawinen, bei starker Grund- und Schlaglawinen. 2) Staublawinen entstehen, wenn lockerer Schnee auf glatter Unterlage hinabgleitet (im Winter durch heftige Windstöße). 3) Eislawinen, von steilen Abhängen abstürzende Eismassen.

β) Wirkungen. Fortführung festen Materials, Überschüttung, Vernichtung menschlicher Wohnungen und fruchtbaren Bodens.

d) Gletscher. Es sind dies Eismassen, die in den Hochschneefeldern ihren Ursprung haben und sich in langsamem Flusse thalabwärts bewegen.

α) Entstehung. In den höchsten Schneeregionen bleibt der Schnee in Folge der Kälte und Trockenheit der Luft jahrein jahraus fast unverändert; es ist dies der sogenannte lockere Hochgebirgsschnee; in geringeren Höhen der Hochgebirge dagegen schmelzen die Schneemassen durch Einwirkung der Sonnenwärme und warmer Winde an der Oberfläche teilweise; das hierdurch entstehende Wasser sickert in tiefere Schichten ein, wo es in Berührung mit kälterem Schnee wieder gefriert. Dadurch gehen aus dem Schnee runde Eiskörner hervor, die aneinander haften und eine körnige, mehr oder minder feste Masse bilden, die man Firn [1]) nennt. Flächen und Mulden im Hochgebirg, die mit Firn bedeckt sind, heißen Firnfelder oder Firnmeere.

Dem Gesetz der Schwere folgend, drängt der körnige Firnschnee, ebenso wie der Hochgebirgsschnee, nach der Tiefe. An steilen Abhängen verlassen diese Schneemassen zuweilen plötzlich ihren Lagerungsort und stürzen als Lawinen in die Tiefe. Bei geringerer Neigung des Bodens sammelt sich der Firn in den kesselförmigen Erweiterungen der Thalenden des Hochgebirges und drängt langsam abwärts in das Thal. Je weiter die Firnmasse in wärmere Striche hinabgleitet, desto kräftiger wirken die verschiedenen Wärmefaktoren auf dieselbe ein. Hier geht der Firn durch Auftauen am Tage und Wiedergefrieren in der Nacht bei gleichzeitiger Einwirkung von Druck nach und nach in noch kompakteres Eis, in Gletschereis, über. Auf diese Weise entsteht aus dem in die Schluchten und Thäler der Hochgebirge gedrängten Firn eine Eismasse, die sich, wie der Firn selbst, in langsamem Flusse thalabwärts bewegt. Solche Eisströme nennt man Gletscher. Die Tiefe, bis zu

1) Von „fern", vorjährig, Firn also soviel als vorjähriger Schnee.

welcher die Gletscher in die Thäler hinabgleiten, hängt vom Klima ab; in der gemäßigten und heißen Zone ist ihrer Ausdehnung nach unten eine Grenze gesetzt, indem sie hier vom Frühjahr bis zum Herbst abschmelzen.

β) Erscheinungen in und auf den Gletschern (die Gletscherphänomene). 1) Die Bewegung der Gletscher. Die Eisströme, die Gletscher, sind, wie schon gesagt, in einem langsamen, aber steten Abwärtsgleiten begriffen. Man hat gefunden, daß die Größe dieser Bewegung bei den Alpengletschern durchschnittlich im Jahr 100 m beträgt. Die Ursache der Gletscherbewegung ist jedenfalls die Schwere, also der thalabwärts gerichtete Druck der Eismassen. Doch haben darauf auch noch andere Momente Einfluß: 1) eine gewisse Verschiebbarkeit der Gletscherkörner, die man die Plasticität des Eises nennt; 2) die Regelation[1]) des Eises, vermöge welcher zertrümmerte Eisstücke wieder zusammengefrieren (Regelationstheorie); 3) das einsickernde, wieder gefrierende Wasser (Dilatationstheorie)[2]); 4) die Verminderung der Reibung durch das einsickernde Tauwasser.

2) Die oft 20—30 m tiefen und zuweilen Meter breiten Spalten im Gletschereis. Sie sind entweder Querspalten oder Längsspalten.

3) Die auf den Gletscher treffenden Sonnenstrahlen schmelzen fortwährend Eis; das so entstehende Schmelzwasser rieselt teils über die Oberfläche, teils durch die Spalten und Kanäle in dem Eise. Es bildet so viele große und kleine Wasseradern, die am unteren Ende des Gletschers vereinigt in der Regel durch ein hohes, gewölbtes Eisthor, das Gletscherthor, als Bach hervortreten, als sogenannter Gletscherbach. Das von feinem Sand und Schlamm trübe Wasser des Gletscherbaches wird auch Gletschermilch oder Bergmilch genannt.

4) Stürzen die auf dem Gletscher entstehenden Bäche in Gletscherspalten, so entstehen in dem Eise rundliche Löcher, die man Gletschermühlen nennt. Kommen zufällig in solche Löcher größere Steine, so werden diese durch das Sturzwasser in eine kreisende Bewegung versetzt und höhlen dann die anfänglich seichte Vertiefung im Boden zu den sogenannten Gletscher- oder Riesentöpfen oder Strudellöchern aus. Sehr interessante derartige Bildungen finden sich in dem Gletschergarten zu Luzern.

5) Zuweilen befinden sich auf dem Gletschereise größere Gesteinsblöcke, die von dem darunter liegenden Eise die Sonnenstrahlen abhalten. Indem ringsherum das Eis schmilzt, bleibt unter dem Block ein größerer oder kleinerer Eiskegel stehen, so daß das Ganze einem Tische nicht unähnlich ist, daher der Name Gletschertisch für diese Bildung.

6) Von den Gesteinsmassen, zwischen welchen sich die Gletscher hindurchdrängen, fallen, durch Wasser, Wind und Lawinen losgerissen, größere oder kleinere Trümmer herab und bleiben auf den Rändern der Gletscher liegen. Solche Steinwälle nennt man Seitenmoränen. Beim Zusammenfließen zweier Gletscher vereinigen sich die zwei aneinander

1) Vom lat. re, wieder und gelāre, gefrieren. 2) Lat. dilatāre, ausbreiten, Dilatation, Ausdehnung.

liegenden Seitenmoränen in der Mitte des vereinigten Eisstromes zu einer Mittelmoräne. Beim Abschmelzen eines Gletschers am untern Ende fällt die Schuttmasse der Moränen zu Boden und häuft sich hier allmählich zu einem hohen Wall, der End- oder Stirnmoräne, auf.

7) Durch den Druck, den die dahin gleitenden Gletscher auf ihre Unterlage ausüben, werden große Flächen der letzteren vollständig poliert (Gletscherschliffe). Auf diesen Schliffflächen sind Furchen oder Streifen bemerkbar (Gletscherritze); sie rühren von harten Gesteinstrümmern her, die in den Boden der Gletscher eingefroren sind.

γ) Verbreitung der Gletscher. Hiernach unterscheidet man: 1) Gletscher der Hochgebirge, die sogenannten Hochgebirgs-Gletscher (z. B. in den Alpen); 2) Gletscher der Polargegenden, die man Polargletscher nennt. Von diesen mit Steinblöcken und Schutt beladenen Gletschern lösen sich unter dem Einfluß des bespülenden Meeres ungeheuere Eismassen ab, welche als schwimmende Eisberge ihre ganze Ladung an Felsblöcken und Schutt weit nach Süden transportieren, wo sie dieselben beim Abschmelzen auf den Grund des Meeres fallen lassen. Aus einem solchen Transport von schwimmenden Eisbergen erklärt sich die Verbreitung der erratischen[1]) Blöcke (Material: Granit, Gneis 2c. von den skandinavischen Gebirgen) über die norddeutsche Tiefebene.

δ) Wirkungen. Die Gletscher wirken aushöhlend (erodierend) durch Erweiterung von vorhandenen Thalspalten und transportierend durch Ansammlung von Moränenschutt.

§. 12. Die geologische Thätigkeit der inneren Erdwärme.

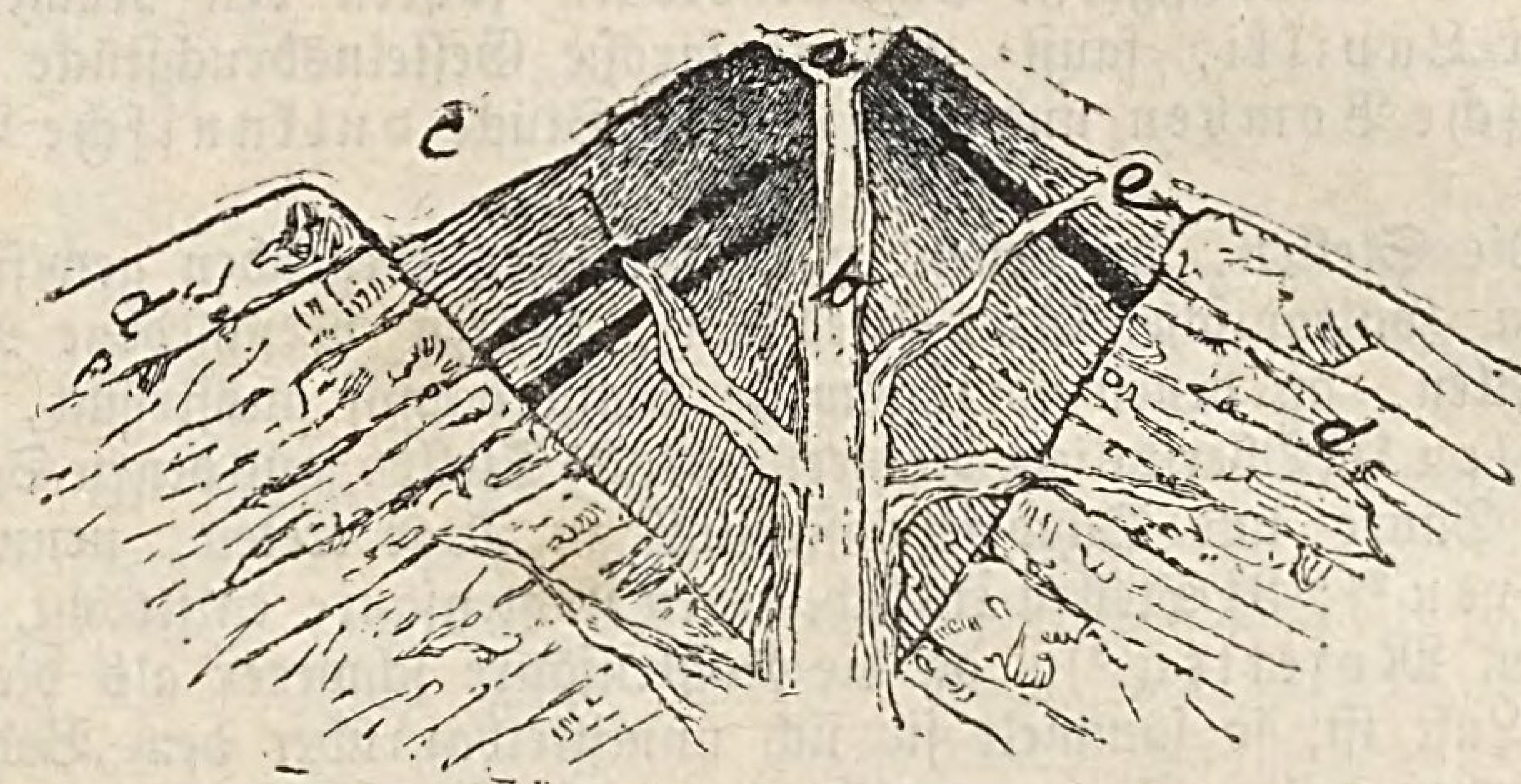
Den Inbegriff aller Erscheinungen, welche durch die höhere Temperatur des Erdinnern verursacht werden, nennt man Vulkanismus. Dieser äußert sich in den Vulkanen und ihrer Thätigkeit, den heißen Quellen, den Erdbeben, den Hebungen und Senkungen ganzer Länderstrecken.

I. Die Vulkane und ihre Thätigkeit.

a) Begriff eines Vulkans. Ein Vulkan ist ein mehr oder weniger kegelförmig gestalteter Berg oder Hügel, der durch einen Kanal, den Kraterschlund, Fig. 2, b, mit dem Erdinnern in Verbindung steht oder stand und verschiedenartigen Produkten, namentlich feuerflüssigen Massen, die man Lava nennt, zum Ausgange dient oder gedient hat. Die obere, meist trichterförmig erweiterte Mündung jenes Kanals heißt Krater (Auswurfskrater), a. Diese Kegelberge bestehen gewöhnlich teils aus emporgeschleuderten Schlacken und Lavamassen, dem Auswurfskegel c, teils aus ge-

1) Lat. erraticus, abirrend, umherschweifend, von erräre, irren, also soviel als Irrblöcke, Findlingssteine.

Fig. 2.



hobenen Steinmassen d, die man den Erhebungskegel (Erhebungskrater) nennt. Alle größeren Vulkane haben einen Erhebungskegel mit aufgesetztem Auswurfskrater. Die ausfließende Lava sucht sich oft an der Seite des Kegels einen Ausfluß, e.

b) Einteilung der Vulkane. Vulkane, an welchen sehr lange kein Ausbruch stattgefunden hat, nennt man erloschene, während man diejenigen, die entweder ununterbrochen oder nur periodisch ausbrechen, thätige heißt. Einzeln auftretende oder in Gruppen zusammenstehende werden Zentralvulkane genannt und solche in großen, viele Meilen sich hinziehenden Reihen vorkommende, Reihenvulkane.

Die wichtigsten Vulkanreihen sind: 1) die italienische Reihe: Vesuv, Stromboli (immer thätig), Volcano, Ätna; 2) die ostasiatische Reihe von Kamtschatka bis zu den Molukken; 3) die Sunda-Reihe; 4) die südamerikanische Reihe von Neugranada bis Feuerland; 5) die zentralamerikanische Reihe.

c) Die Auswurfsprodukte. Die Produkte, denen die Vulkane zum Ausgang dienen, sind teils gasförmige, teils feuerflüssige, teils feste.

α) Die gasförmigen Produkte, die sowohl im Zustand der Ruhe als im Zustand der Eruption austreten, bestehen vor allem aus Wasserdampf, Kohlensäure, schwefliger Säure, Schwefelwasserstoff, Schwefeldampf und Chlorwasserstoff (Borsäure!). Die bei Eruptionen austretenden feuerflüssigen Gesteinsmassen nennt man Lava. Dieselbe erstarrt an den Abhängen der Vulkane zu festem vulkanischem Gestein, das je nach seiner mineralogischen Zusammensetzung Basalt oder Trachyt genannt wird. Die festen Eruptionsstoffe, die aus demselben Material wie die flüssigen bestehen, werden nach der Art der Zerteilung verschieden benannt. Die feinsten staubförmigen Eruptionsprodukte nennt man vulkanische

Asche, gröberes derartiges Material heißt vulkanischer Sand, haselnuß- bis wallnußgroße Schlackenbrocken führen den Namen Rapilli oder Lapilli, faust- bis kopfgroße Gesteinsbruchstücke werden vulkanische Bomben und noch größere Stücke vulkanische Blöcke genannt.

β) Die Stellen, an denen in vulkanischen Gegenden gewisse Gase ausströmen (vulkanische Gasquellen), führen verschiedene Namen: 1) die Stellen, an denen vorzugsweise Wasserdampf ausströmt, heißen Fumarolen [1] (Oberitalien, Neuseeland); 2) Stellen, aus denen Schwefel, schweflige Säure und Schwefelwasserstoff zu Tage treten, nennt man Solfataren [2]; 3) Stellen endlich, denen Kohlensäure entströmt, führen den Namen Mofetten [3]; da die Kohlensäure schwerer als die atmosphärische Luft ist, so sammelt sie sich unmittelbar über dem Boden an, und es sterben daher Tiere, welche in diese Gasschicht kommen, sehr rasch („Hunds-Grotte" bei Neapel).

d) Die vulkanischen Ausbrüche (die Eruptionen). Diese gehören zu den großartigsten Naturerscheinungen.

α) Verlauf. Im Zustand der Ruhe senden die Vulkane nur gas- und dampfförmige Produkte aus. Zischend und brausend dringt der Wasserdampf aus den Klüften und dem Krater der Vulkane hervor und kondensiert sich in einiger Höhe über dem Gipfel zu einer über dem Vulkan schwebenden Wolke. Steigert sich diese normale Thätigkeit zu einem ungewöhnlichen Grade, so tritt der Vulkan in den Zustand der Eruption und bietet dann ein großartiges, prachtvolles Schauspiel. Vorboten eines solchen Ausbruchs sind anfangs schwache, dann immer heftiger werdende Erbebungen des Bodens, dumpfes unterirdisches Rollen und Donnern, Schmelzen des Schnees, welcher manche Vulkanengipfel bedeckt, das Versiegen benachbarter Quellen u. s. w. Das Erbeben der Erde steigert sich zum heftigen Schwanken, das Rollen wird zum furchtbaren Getöse; krachend zerbricht der Kraterboden und blitzschnell erhebt sich aus dem geöffneten Schlunde eine ungeheure, schwarze Rauchsäule, dem Wipfel einer Pinie vergleichbar, die bei Nacht im Widerschein der Glut der im Krater enthaltenen Lavamassen wie eine Feuersäule erscheint (daher der Name: „feuerspeiender Berg"). Diese Rauchsäule besteht aus Lavastaub, Rapilli und Bomben, welche Eruptionsprodukte von dem mit ungeheurer Gewalt sich empordrängenden Wasserdampf mit in die Höhe gerissen werden. Die Lapilli und Bomben fallen bald wieder zurück, die Asche aber wird hoch emporgetragen und vom Winde oft 100 und mehr Meilen fortgeführt. In höheren, kälteren Regionen verdichten sich die Wasserdämpfe zu Wolken, die sich häufig unter Blitz und Donner als gewaltige Platzregen ergießen. Immer noch steigert sich das Rollen und Getöse, die Schwankungen der Erde, die Aschenregen und Bombenauswürfe, bis endlich entweder aus dem Krater selbst oder aus Rissen, die sich am Abhange des Vulkans

1) Vom ital. fumo, Rauch. 2) Vom ital. solfo, Schwefel. 3) Vom franz. mofette, schädlicher Dunst.

bildeten, die Lava hervorbricht und in Form von Strömen am Bergabhang herabfließt.

β) Beispiele einiger Eruptionen. 1) Der Ausbruch des Vesuv 79 n. Chr.: drei Städte, Pompeji, Herkulanum und Stabiä zerstört, Plinius der Ältere fand hiebei den Tod; 2) der Ausbruch des Krakatau, westlich der Sundastraße am 26. August 1883, einer der großartigsten vulkanischen Eruptionen, die jemals stattfanden; mehrere Tage wurde hiebei die ganze Umgebung mit glühenden Steinen und Schlacken überschüttet; das Meer wurde so in Aufruhr versetzt, daß es weite Küstenstrecken überschwemmte und verwüstete. Tausende von Menschen fanden den Tod bei dieser gewaltigen Katastrophe; 3) der Ausbruch des 4500 m hohen Mauna Loa, des größten und furchtbarsten Vulkans der Erde in der Gegenwart, auf der zu den Sandwichsinseln gehörigen Insel Hawaii, im Jahre 1887.

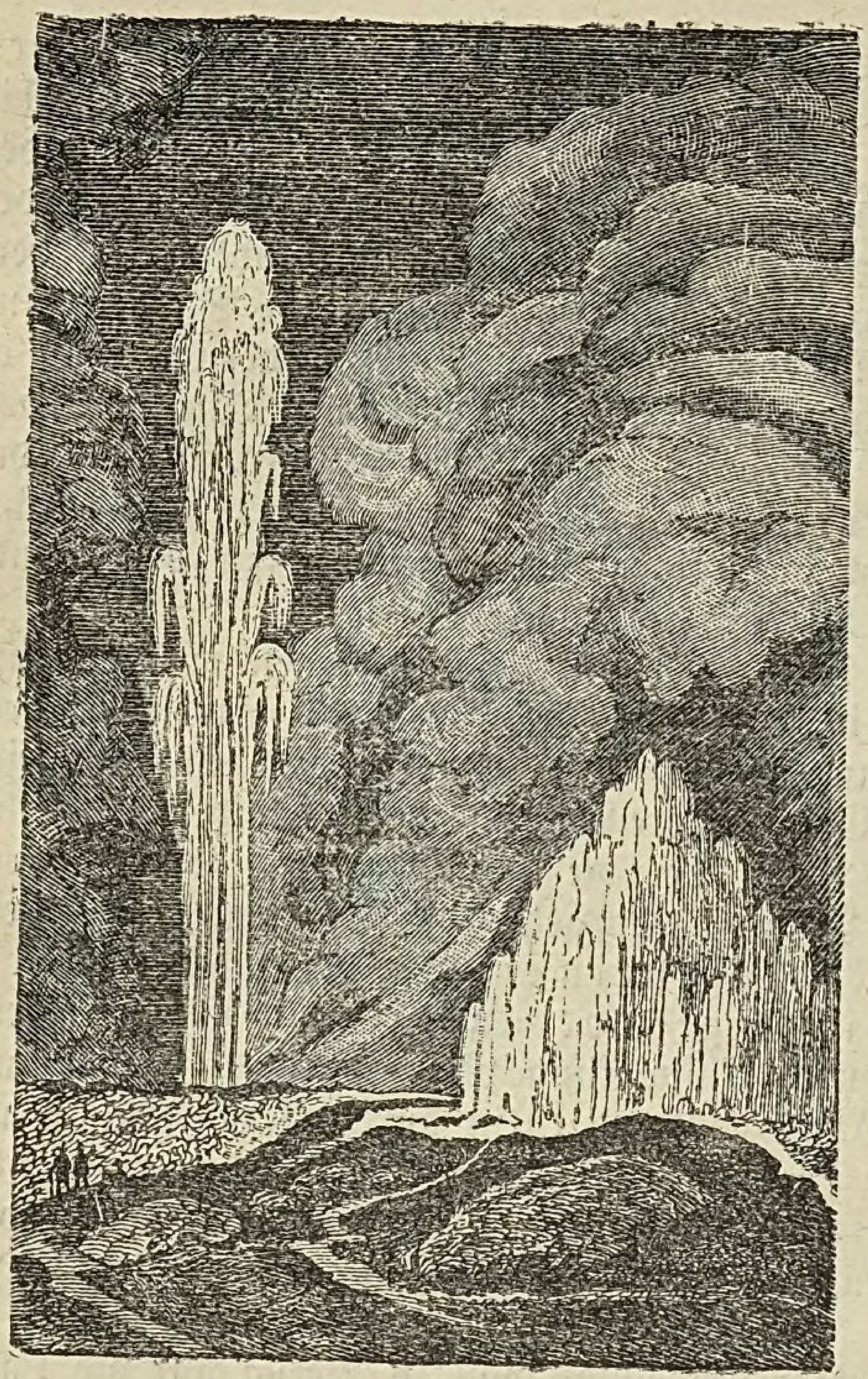
γ) Wirkungen. 1) Die am meisten in die Augen fallende Wirkung der Vulkane besteht in Boden-Erhöhungen, welche durch Aufschüttungen und Bedeckungen mit dem emporgeförderten Material hervorgebracht werden. 2) Eine weitere Wirkung derselben besteht darin, daß die gasförmigen Produkte, die ihren Kratern, sowie den in vulkanischen Gegenden den Boden durchziehenden Spalten entströmen, umgestaltend auf das Nebengestein einwirken und dadurch verschiedene Mineralbildungen veranlassen. Solche Neubildungen sind: Alaun (durch Einwirkung von schwefliger Säure auf feldspathaltiges Gestein), Gips (aus Kalkstein durch H_2SO_4) u. a. m. 3) Endlich müssen auch die feuerflüssigen Eruptionsprodukte auf das Nebengestein eine Einwirkung ausüben. Diese besteht in Verglasung, Brennung und Verkohlung der Nebengesteine (z. B. Porzellanjaspis).

Übungsstoff. **1**) Was beobachtet man in Bezug auf die Lage der Vulkane zum Meer? **2**) Was ist von der Eifel, dem Laachersee, der Insel Ferdinandea und dem Ausbruch des Vesuv im Jahre 79 n. Ch. bekannt? **3**) Wie kann man sich wohl die Entstehung der Vulkanberge denken? **4**) Welche Vorstellung kann man sich von der treibenden Kraft der vulkanischen Ausbrüche machen? **5**) Mit welchem Recht bezeichnet wohl Humboldt die Vulkane als Sicherheitsventile der Erde?

II. Die heißen Quellen.

Heiße Quellen oder Thermen sind Quellen, deren Temperatur eine bedeutend höhere ist als die mittlere Temperatur des Punktes, an dem sie hervorbrechen. Es gibt heiße Quellen ohne periodische Eruptionen und periodische Springquellen. Die ersteren fließen beständig; die letzteren dagegen zeigen in bestimmten Zwischenzeiten ein heftigeres Aufwallen, wobei sich die Bewegung bis zur förmlichen Wassereruption steigert, so daß Wassergarben von 10 bis 15 m Höhe emporgeschleudert

Fig. 3.



werden. Solche Quellen nennt man auch intermittierende Quellen oder Geiser, Fig. 3.

α) Erklärung der Geisereruptionen. 1) Manche mögen sich aus der Wirkungsweise des Heronsballes erklären: im Innern der Erde befinden sich vielleicht Hohlräume, in denen sich Wasser ansammelt und darüber Wasserdampf; dieser erwärmt sich nach und nach und bekommt dadurch eine so große Spannung, daß das vorhandene Wasser nach oben geschleudert wird. 2) Bunsen erklärt die Ausbrüche der großen Geiser auf Island durch die Wirkung von hocherhitzten Dämpfen (man vergl. ein Lehrbuch der Physik!)

β) Beispiele von Geisern. Geiser finden sich hauptsächlich an drei Stellen der Erde: 1) auf der Insel Island (c. 200 Quellen); 2) auf der nördlichen Insel von Neuseeland bei Tokanu (etwa 500 Quellen); 3) im Innern von Nordamerika in dem Quell-Gebiete des Yellowstone im Territorium Wyoming (c. 1000 Quellen, das ganze Gebiet als National-Park gegen Kolonisierung geschützt).

γ) Beispiele von Thermen. 1) Deutschland: Aachen, 50°; Baden-Baden, 67°; Ems, 45°; Wiesbaden, 70°. 2) Österreich: Karlsbad, 75°; Gastein, 46°; Teplitz, 24°. 3) Schweiz: Leuk, 50°; Pfäffers, 37°. 4) Frankreich: Aix, 68°; Bagnères, 50°; Vichy, 29° &c.

δ) Die Wirkungen der heißen Quellen in Bezug auf die Erdrinde bestehen darin, daß sie sich durch Auflösung und Auslaugung ihres Nebengesteins mit verschiedenen Mineralsubstanzen beladen, und dieselben beim Erreichen der Erdoberfläche absetzen, wodurch sie ganze Hügel, ganze Schichten zu bilden vermögen. Die gewöhnlichsten ihrer Bestandteile sind Sulfate, Karbonate, Kieselsäure und Eisenoxydul; von diesen scheiden sich namentlich kohlensaures Calcium, Kieselsäure und Eisenoxydhydrat ab; die (als Kieselsinter (Kieseltuff) niedergeschlagene

Kieselsäure der Geiser bildet jene Sprudelschalen und Sprudelröhren, welche den Vorgang der periodischen Ausbrüche dieser Quellen bedingen (Karlsbader Sprudelstein).

III. Die Erdbeben.

a) Begriff derselben. Unter Erdbeben versteht man plötzliche, mehr oder weniger heftige Erschütterungen kleinerer oder größerer Teile der Erdrinde von innen heraus. Diese Erschütterungen sind die Folgen von Stößen, die durch verschiedene Ursachen hervorgebracht werden; sie pflanzen sich nach den Gesetzen der Wellenbewegung in der Erdrinde nach allen Richtungen fort. Unter Erdbebenherd (Zentrum) versteht man die Stelle, von welcher das Erdbeben ausgeht. Das vom Erdbeben betroffene Gebiet heißt der Erschütterungskreis.

b) Art der Bewegung des Bodens. Die Bewegung, welche durch ein Erdbeben dem Boden mitgeteilt wird, äußert sich an dessen Oberfläche in verschiedener Weise. Man unterscheidet daher aufstoßende oder succussorische[1]), und wellenförmig schwankende oder undulatorische[2]) Bewegungen. Zur Ermittelung der Stärke, Art und Richtung der stattgehabten Bewegung dienen Apparate, die man Erdbebenmesser (Seismographen[3]) oder Seismometer) nennt.

c) Ursachen der Erdbeben. In Bezug auf die Ursachen der Erdbeben unterscheidet man folgende Arten. 1) Vulkanische Erdbeben (Eruptions- oder Explosionsbeben); die Ursache derselben sucht man in Wasserdämpfen von sehr großer Spannung, welche, indem sie sich Durchbruch zu verschaffen suchen, die Erdschichten stoßweise heben.

2) Einsturzerdbeben (neptunische Erdbeben); solche entstehen durch den Einsturz großer Höhlungen im Erdinneren, die durch Sickerwasser ausgewaschen werden.

3) Dislokationsbeben oder tektonische Erdbeben. Diese werden durch Änderungen im Bau der Erdrinde bedingt, welche dadurch entstehen, daß sich die Erdrinde zusammenzieht, faltet und verschiebt.

4) Flutbeben (astronomische Erdbeben), welche [nach

1) Vom lat. succutĕre, aufwärtsschütteln. 2) Vom lat. unda, die Welle. 3) Vom gr. seismós, Erdbeben, Erschütterung, und gráphein, schreiben.

Falb dadurch entstehen, daß das feuerflüssige Erdinnere einer von dem Einfluß des Mondes und der Sonne herrührenden Flut unterworfen sei.

α) Verlauf und Wirkungen der Erdbeben. Heftige Erdbeben gehören zu den zerstörendsten und furchtbarsten Naturereignissen. Zuweilen gehen den Erdbeben eigentümliche Geräusche (unterirdisches Rollen und Donnern) voran, die als Vorboten derselben gelten; manche treten auch ohne alle Anzeichen ein. Die Bewegungen des Bodens sind von sehr verschiedener Dauer; zuweilen wiederholen sie sich in Zwischenräumen. Sie haben die mannigfachsten Erscheinungen im Gefolge: die Bäume bewegen sich hin und her, wie vom Winde bewegt, und ganze Wälder stürzen oft ein; die Behausung des Menschen fällt zusammen und begräbt sein Hab und Gut; die Tiere bringen Angst und Schrecken zum Ausdruck, wenn der Boden unter ihnen zittert. Der Mensch weiß nicht, wo für ihn Rettung ist, wenn der Grund, auf den er baute, wankt; nur schwer kann er dem Verderben entgehen. Als besondere Wirkungen sind hervorzuheben: 1) die Bildungen von Spalten, mit denen zuweilen gewaltsame Ausbrüche von Wasser, Schlamm und Dampf in Verbindung stehen; 2) sodann die Hebungen und Senkungen von Erdschichten, denen größere und kleinere Gebiete unterworfen werden; 3) ferner die Loslösung großer Erd- und Felsmassen von Bergen; 4) endlich die Erregung starker Wasserwellen. Aus diesen Wirkungen können als dauernde Veränderungen der Erdoberfläche hervorgehen: Entstehung von Klüften, Niveauveränderungen, Verschiebungen von Schichten, Veränderungen von Wasserläufen.

β) Anführung einiger Erdbeben. 1) Das Erdbeben von Lissabon, 1. Nov. 1755: kein Vorzeichen, erster Stoß 5—6 Sek., ganze Dauer 5 Minuten, Erschütterungskreis 700000 Quadratmeilen, starke Flutwelle vom Meer in die Stadt, 32000 Menschen getötet. 2) Das Erdbeben von Calabrien, 1783: 400 Städte zerstört, mehr als 40000 Menschen getötet. — 3) Das Erdbeben von Caracas, 1812: Dauer 5—6 Sekunden, 10000 Menschen getötet. 4) Das Erdbeben von Chios, 3. April 1881: 4000 Menschen getötet, Senkung infolge von Auswaschungen. 5) Das Erdbeben von Ischia, 1883: Auswaschung durch Thermen bei Casamiciola. 6) Das Erdbeben an der Riviera, 23. Februar 1887.

IV. Die Hebungen und Senkungen des Bodens.

Diese erstrecken sich entweder über ganze Länderstriche oder auf beschränktere Gebiete und erfolgen entweder plötzlich oder unmerklich langsam.

α) Die plötzlichen Hebungen und Senkungen. Diese erscheinen häufig als die direkte Wirkung vulkanischer Ausbrüche oder der Erdbeben und sind direkt erkennbar an der Entstehung oder dem Verschwinden von Festland 2c. Beispiele: 1) auf Santorin ging die Bildung kleinerer Inseln vor sich; 2) 1750 erlitten die Küsten Chiles eine Hebung von 8 m.

β) Die allmählichen oder säkularen[1]) Hebungen und Senkungen. Diese erfolgen so langsam, daß sie im Laufe eines Jahrhunderts meist nicht viel über 1 m betragen. Man beobachtet sie gegenwärtig noch (die ganze skandinavische Halbinsel hebt sich langsam, die Küste der Nordsee befindet sich im Zustand säkularer Senkung); namentlich ereigneten sie sich aber in früheren Perioden der Erdentwicklung. Die Bodenschwankungen in vorhistorischen Zeiten waren aber jedenfalls nicht nur säkulare, sondern fanden auch plötzlich statt. Kennzeichen dafür, daß größere oder kleinere Teile der Erdoberfläche sich gesenkt und gehoben haben, sind: 1) untergegangene Organismen; so findet man Landorganismen im Meere und Seeorganismen auf hohen Stellen des Landes; 2) die Strandlinien und Terrassen; es sind dies Spuren, welche durch die Einwirkung von Meereswogen auf Felswände hervorgebracht wurden: glattgeleckte Klippen, Haufwerke von Kieseln, Sand und Thon mit Muschel- und Korallenbruchstücken; 3) direkte Marken an Bauwerken der Menschen; so liefern die Ruinen des Serapistempels bei Puzzuoli unweit der Meeresküste bei Neapel den Beweis, daß sich dort der Boden zuerst gesenkt und dann wieder gehoben hat. Dort befinden sich nämlich noch drei 12 m hohe Marmorsäulen, welche nach Wegräumung des sie umgebenden vulkanischen Schuttes jetzt frei dastehen. Die Oberfläche ihres unteren Teiles ist bis zu 3 m Höhe glatt und unverletzt, dann aber innerhalb eines 4 m hohen Stückes reichlich besetzt mit Bohrmuschelvertiefungen, in welchen die Schalen der Bohrmuscheln noch erhalten sind; die obere Partie der Säulen ist wieder völlig unverletzt. Aus diesen Thatsachen folgt, daß nach Erbauung des Serapistempels seine Säulen etwa 3 m hoch mit vulkanischem Material während einer vulkanischen Eruption verschüttet wurden und daß zugleich der ganze Landstrich sich um etwa 7 m gesenkt hat und in dieser Höhe eine Zeit lang im Meerwasser stand; während dieser Zeit konnte der nicht mit vulkanischem Schutte besetzte Teil von Bohrmuscheln angebohrt werden. Später hob sich die Küste wieder zu ihrer gegenwärtigen Höhe.

§. 13. Die geologische Thätigkeit des organischen Lebens.

Die organischen Wesen brauchen zu ihrer Existenz Stoffe der Atmosphäre, des Wassers und des Bodens und führen auch nach dem Tode diesen Gliedern der Erde verschiedene Substanzen zu. Durch diesen stetigen Stoffaustausch zwischen unorganischer und organischer Natur werden verschiedene Vorgänge vermittelt, die einen umgestaltenden Einfluß auf die Erdoberfläche ausüben. Von diesen mögen einige angeführt werden.

I. Die geologische Thätigkeit der Pflanzen.

Diese ist folgende.

a) Zunächst nehmen die Pflanzen einen wesentlichen Anteil an dem Verwitterungsprozeß.

1) Lat. saeculum, das Jahrhundert.

Dies geschieht auf mehrfache Weise:

1) Indem sich die Wurzeln der Pflanzen im Boden verzweigen, dringen sie u. a. auch in die Ritzen und Spalten der noch unvollkommen zertrümmerten Felsunterlage. Die durch das Wachstum sich ausdehnenden Wurzeläste streben solche Felsspalten zu erweitern; auf diese Weise können ganze Felsen in ihrem Zusammenhang gelockert und andern Verwitterungsmomenten zugänglich gemacht werden.

2) Ganz besonderen Einfluß auf Gesteinszersetzungen äußern aber die Vegetabilien durch ihre Verwesung und durch die bei derselben entstehenden Produkte, wie Kohlenwasserstoff und Kohlensäure. Verwesende pflanzliche Substanzen und ihre Zersetzungsprodukte reducieren nämlich Eisenoxydverbindungen zu Eisenoxydulverbindungen, schwefelsaure Salze zu Schwefelmetallen (zu Bleiglanz, Zinkblende, Schwefelkies, Kupferglanz), ja Metallsalze selbst zu gediegenen Metallen. Die Bildung von Raseneisenerz, Sumpferz 2c. ist auf die genannte Thätigkeit der Pflanzen zurückzuführen.

3) Dazu kommt noch, daß die verwesende Pflanze die atmosphärischen Gewässer mit Kohlensäure bereichert und sie dadurch zu den weiter oben geschilderten Gesteinszersetzungen befähigt.

b) Sodann übt die Vegetation großen Einfluß auf die Bildung von Kalkablagerungen aus.

Dies geschieht dadurch, daß die im Wasser wachsenden Pflanzen (z. B. Sumpfmoose und Chara-Arten) diesem die an doppeltkohlensauren Kalk gebundene Kohlensäure entziehen; hiedurch bewirken sie, daß sich einfacher kohlensaurer Kalk als Absatz ausscheidet; auf diese Weise entstehen nach und nach oft mächtige Kalktufflager.

c) Ferner bringt die Lebensthätigkeit der Spaltalgen oder Diatomeen die Ablagerung der sogenannten Kieselguhr oder Infusorienerde hervor.

Die Diatomeen sind im Wasser lebende einzellige Pflanzengebilde von mikroskopischer Kleinheit. Dieselben scheiden die in sehr geringer Menge im Wasser gelöste Kieselsäure an ihrer Zellhaut aus, so daß dieselbe hiedurch ganz starr wird (Kieselpanzer). Aus solchen Kieselskeletten oder Kieselpanzern besteht nun die Kieselguhr oder Infusorienerde, die man oft in Form einer mageren, weißen Erde in außerordentlicher Menge abgelagert findet, z. B. bei Bilin in Böhmen, in der Lüneburger Heide 2c.

d) Ganz besonders zeigt sich aber der Einfluß der Pflanzen auf die unorganische Natur endlich in der Absorption der Kohlensäure und der Assimilation und Aufspeicherung des Kohlenstoffs.

Die Pflanzen nehmen durch Blätter und Wurzeln Kohlensäure auf und verarbeiten sie in ihrem Körper. Aus diesem Prozeß geht der Kohlenstoff der Pflanzen hervor, der den wesentlichsten Bestandteil der fossilen Kohle bildet. Werden nämlich Pflanzenstoffe, die, wie bekannt, hauptsächlich aus C, H und O bestehen, bei Gegenwart von Feuchtigkeit

und in gewöhnlicher Temperatur dem freien Luftzutritt entzogen, so verbindet sich ein Teil des C mit O zu CO_2, ein anderer mit H zu CH_4, welche Gase entweichen, und endlich ein Teil des H mit O zu H_2O. Durch diesen Prozeß, den Verkohlungsprozeß, geht aus den Pflanzenstoffen eine Substanz hervor, die relativ an C viel reicher ist als die ursprünglichen Pflanzen, nämlich: Humuserde, Torf, Braunkohle, Steinkohle, Anthracit und Graphit. Von diesen Stoffen wird angenommen, daß sie nur im Alter verschiedene Entwicklungsstufen derselben Substanz seien. — Mit der Zersetzung pflanzlicher Organismen hängen auch wahrscheinlich die folgenden Erscheinungen zusammen: die Gasquellen von Sumpfgas (Baku), manche Kohlensäurequellen, Ausbrüche von Schlamm unter Entwicklung von Sumpfgas, sowie die Bildung von Erdöl[1]).

II. Die geologische Thätigkeit der Tiere.

Auch durch Tiere können Veränderungen der Erdoberfläche veranlaßt werden. Solche sind u. a. folgende:

a) Viele Tiere verändern die oberen Schichten der Erde durch Anhäufung von Exkrementen und Ablagerung ihrer Körpersubstanz nach dem Tode.

Guanobildungen; Bildung von Humuserde; Anhäufung von Knochen.

b) Manche Tiere wirken durch ihre Lebensthätigkeit umgestaltend auf die Erdoberfläche ein.

Bohrmuscheln durchlöchern das Gestein der felsigen Meeresufer; der Biber gibt durch seine Bauten Anstoß zur Neubildung von Wasserläufen; die Regenwürmer verschlucken große Mengen von Erde, die mit organischen Substanzen vermischt ist, scheiden sie wieder in Form einer für die Pflanzen passenden Mischung aus und tragen dadurch zur Bildung der fruchtbaren Ackererde bei[2]).

c) Am großartigsten zeigt sich die geologische Thätigkeit der Tiere in der Abscheidung des Kalkes aus dem Meere.

---

1) Von den Hypothesen über den Ursprung des Erdöles, dieses wichtigen Naturprodukts, ist jedoch wahrscheinlich diejenige die richtige, nach welcher dasselbe das Resultat der Zersetzung tierischer Stoffe ist. Wahrscheinlich waren es Meerestiere, deren Leiber zusammengeschwemmt wurden und, von Kalk und Thonschlamm bedeckt, mit diesem erhärteten. Aller Wahrscheinlichkeit nach waren dabei auch Wärme und hoher Druck mit thätig. Daß man den für alle tierischen Stoffe charakteristischen Stickstoff im natürlichen Erdöl nur in unwesentlichen Mengen findet, spricht nicht gegen diese Hypothese, da beim Verwesungsprozeß schließlich nur Fett übrig bleibt. Professor Engler in Karlsruhe stellte 1888 aus Fett künstlich Petroleum her, das alle Eigenschaften des natürlichen besitzt. Ein Produkt pflanzlicher Zersetzung kann das Petroleum nicht wohl sein, da man niemals nahe seinen Lagerstätten Kohle findet und dasselbe nicht mit dieser vergesellschaftet ist. 2) Darwin, die Bildung der Ackererde durch die Thätigkeit der Würmer; Stuttgart, 1882.

Viele Meeresbewohner sondern zur Stütze oder zum Schutze ihrer Weichteile ein kalkiges inneres Gerüst oder eine Kalkschale ab, zu welchem Zweck sie dem Meere den darin enthaltenen kohlensauren Kalk entziehen. An dieser Kalkausscheidung aus dem Meere beteiligen sich namentlich die Korallentiere, die Mollusken und die Foraminiferen. Die Wirkungen dieser Thätigkeit sind die Korallenbauten oder Korallenriffe (Küstenriffe, Damm- oder Barriereriffe, Lagunenriffe oder Atolle, Koralleninseln), sowie die Muschel- und Foraminiferenbänke.

Dritter Abschnitt.

Die petrographische Geologie.

Die petrographische Geologie oder die Petrographie beschäftigt sich mit dem Material, aus dem die Kruste der Erde zu-zusammengesetzt ist, mit den Gesteinen oder Felsarten.

§. 14. Die Felsarten im allgemeinen.

a) Begriff. Gesteine, Fels- oder Gebirgsarten sind Mineralien oder bestimmte Gemenge mehrerer Mineralien, welche in so ausgedehnten zusammenhängenden Massen vorkommen, daß sie einen wesentlichen Anteil an der Zusammensetzung unserer Erde ausmachen.

Mit dem Wort Gestein oder Gebirgsart darf man nicht notwendig den Begriff des Festen und Felsartigen verbinden, da es auch lockere und weiche Felsarten gibt, wie z. B. Thon und Sand.

b) Verschiedenheit der Gesteine. Die Gesteine lassen sich nach folgenden Gesichtspunkten einteilen:

1) Nach dem Ursprunge ihres Materials. In dieser Beziehung unterscheidet man: minerogene, zoogene und phytogene Gesteine.

Gesteine, die aus Mineralien oder Mineralgemengen, welche ohne Mitwirkung organischer Körper entstanden sind, bestehen, heißen minerogene; die durch Tiere vermittelten Gesteinsabsätze nennt man zoogene[1], und Gesteine, welche aus Pflanzen gebildet werden, phytogene[2].

---

1) Griechisch zōon, Tier, zoogēn, tierischen Ursprungs. 2) Gr. phyton, Pflanze, phytogēn, von Pflanzen stammend.

2) Nach ihrer mineralogischen Zusammensetzung. Hiernach unterscheidet man einfache und gemengte Gesteine.

Einfache Gesteine sind solche, die nur aus einem Element oder einer chemischen Verbindung bestehen; gemengte Gesteine dagegen nennt man solche, die Gemenge mehrerer chemischer Verbindungen sind. Erstere heißen auch gleichartige, letztere ungleichartige Gesteine. Jene heißen gleichartig, weil man in der Masse derselben weder mit dem bloßen Auge, noch mit dem Mikroskop eine Verschiedenheit der Teile wahrnehmen kann; diese dagegen ungleichartig, weil sich in ihrer Masse meist mit bloßem Auge, jedenfalls aber mit dem Mikroskop eine Verschiedenheit nachweisen läßt. Man vergleiche, um diesen Unterschied deutlich zur Anschauung zu bringen, ein Stück Kalkstein, der, weil er nur aus einer chemischen Verbindung, aus kohlensaurem Calcium, besteht, ein einfaches oder gleichartiges Gestein ist, mit einem Stück Granit, der, da er ein Gemenge mehrerer chemischer Verbindungen, nämlich ein Gemenge von Quarz, Feldspat und Glimmer, ist, zu den gemengten oder ungleichartigen Gesteinen gehört. Als Gemengteile der Gesteine treten hauptsächlich Quarz, Feldspat, Glimmer, Hornblende und Augit auf.

3) Nach dem Gefüge oder der Struktur. In dieser Beziehung zerfallen die Gesteine in krystallinische und in klastische Gesteine.

Krystallinische Gesteine sind solche, bei denen die einzelnen Bestandteile als vollkommene oder unvollkommene Krystalle unmittelbar miteinander zu einem Ganzen verbunden sind. Dieselben heißen krystallinische Massengesteine, wenn sie, wie z. B. der Granit, eine richtungslose Struktur besitzen; dagegen krystallinische Schiefergesteine, wenn die einzelnen Bestandteile in gewissen parallelen Lagen angeordnet sind (Gneis). Klastische[1]) Gesteine oder Trümmergesteine heißen diejenigen Gesteine, deren mineralische Bestandteile zerstörtes Material älterer Gesteine sind. Diese bestehen aus scharfkantigen oder abgerundeten, größeren oder kleineren Bruchstücken früher vorhanden gewesener Felsarten. Ein von den Bruchstücken meistens abweichendes Bindemittel verkittet dieselben zu einem Ganzen.

4) Nach ihrer Entstehung. Hiernach unterscheidet man Eruptivgesteine und Sedimentgesteine.

Eruptiv-[2]) oder Durchbruchsgesteine sind solche, deren Natur darauf hinweist, daß sie in ähnlicher Weise, wie die Laven unserer heutigen Vulkane, in glutflüssigem Zustande aus der Tiefe der Erde hervorgetreten und an der Erdoberfläche oder nahe derselben erstarrt sind. Da sie stets krystallinische Massivstruktur haben, so werden sie auch krystallinische Massengesteine genannt. Die älteren Eruptivgesteine werden auch als plutonische[3]) Gesteine bezeichnet, die jünge-

---

1) Klastisch, gr. klastos, zerbrochen. 2) Lat. eruptio, der Ausbruch. 3) Pluto, Gott der Unterwelt.

ren als vulkanische[1]). Als Sediment- [2]) oder Absatzgesteine bezeichnet man solche, deren Material sich als ein Bodensatz aus dem Wasser abgelagert hat. Sie können ein krystallinisches oder klastisches Gefüge haben, je nachdem sie aus einer wässerigen Lösung auskrystallisiert, oder aus mechanischen Absätzen des Wassers entstanden sind. Die Sedimentgesteine heißen auch neptunische[3]).

Zusätze. α) Unterschied zwischen Sediment- und Eruptivgesteinen. 1) Die ersteren sind geschichtet, d. h. sie sind plattenförmig und bankförmig übereinander gelagert, den letzteren fehlt die echte Schichtung, sie haben massige Struktur. 2) In den Sedimentgesteinen kommen Reste von Tieren und Pflanzen vor, die Eruptivgesteine enthalten keine Versteinerungen. 3) In jenen kommen Rollstücke vor, die nur durch die Thätigkeit des Wassers entstanden sein können, in diesen nicht. 4) Den Eruptivgesteinen ist säulenförmige Absonderung, glasige, schlackige oder blasige Struktur und durchgreifende Lagerung (Gänge, Stöcke, Kuppen) eigen, den Sedimentgesteinen nicht.

β) Plutonismus und Neptunismus. Es gibt Gesteine, über deren Entstehungsweise Meinungsverschiedenheiten bestehen, z. B. Granit, Gneis. Die geologische Ansicht nun, nach welcher Gesteine, über deren Bildungsweise man nicht unzweifelhaft im klaren ist, aus dem feuerflüssigen Zustand durch Erstarrung entstanden seien, nennt man Plutonismus, und Anhänger desselben Plutonisten, während die Ansicht, daß solche Gesteine durch chemische und mechanische Einwirkung des Wassers entstanden seien, als Neptunismus bezeichnet wird (Neptunisten). Das Wort Plutonismus bezeichnet auch häufig die Ansicht, daß das feuerflüssige Erdinnere den Hauptanteil an der Bildung der Erdkruste habe, und Neptunismus, daß diese Rolle dem Wasser zukomme.

§. 15. Übersicht der wichtigsten Gesteine.

Auf Grund des im vorigen § Gesagten gelangen wir zu folgender Übersicht:

I. Eruptivgesteine oder krystallinische Massengesteine.

A. Plutonische Gesteine.

1) Der Granit[4]) ist ein grob- bis feinkörniges Gemenge von Feldspat, Quarz und Glimmer. Der Feldspat ist stets an Menge vorherrschend, ist am deutlichsten krystallisiert, ist bald weiß, bald grau, bald rötlich und bedingt die Farbe des Gesteins. Der Quarz erscheint in der Regel in unregelmäßigen, stark fett- oder glasglänzenden Körnern von lichtgrauer Farbe. Der Glimmer bildet dünne Blättchen von

---

1) Vulcanus, Gott des Feuers. 2) Lat. Sedimēntum, Niederschlag, vom lat. sedēre, sitzen, sich herabsenken. 3) Neptūnus, Gott des Meeres. 4) Vom lat. grānum, das Korn.

weißer, brauner oder schwarzer Farbe, die zuweilen in eine messinggelbe übergeht. Granitartige Gesteine: Granulit oder Weißstein, Schriftgranit, Syenitgranit, Protogingranit, Pegmatit 2c. — Der Granit ist eines der verbreitetsten Gesteine, er findet sich in allen Erdteilen und bildet da meist die Grundlage anderer Gesteine. Durch Verwitterung entsteht aus feldspatreichem Granit ein thoniger, fruchtbarer Boden. — Der Granit ist schon seit alter Zeit wegen seiner Härte, Politurfähigkeit, Tragfähigkeit und Wetterbeständigkeit zu Bauwerken aller Art benützt worden (Obelisken, Säulen, Statuen). Jetzt verwendet man ihn vorzüglich zu Monumenten[1]), Brückenfundamenten, Pfeilern und zu Straßenpflastern.

2) Der Syenit[2]) ist ein Gemenge aus Feldspat und Hornblende. Zuweilen ist ihm auch Quarz und Glimmer beigemengt, so daß das Ganze dann Hornblende-Granit genannt werden könnte. Er ist körnig, rötlich oder grünlich und findet wie der Granit Anwendung, wird ihm jedoch wegen seiner schöneren Zeichnung und Färbung vorgezogen.

3) Der Grünstein. Er hat infolge seines Gehaltes an Hornblende und Augit, welche in grünlichen Arten auftreten, häufig eine dunkelgrüne Farbe. Zu seinen wichtigsten Abarten gehören:

a) Der Diorit, ein schwärzlichgrünes Gemenge von Hornblende und Albit.

b) Der Diabas, ein schwarzgrünes bis schwarzes, grob- oder feinkörniges Gemenge von Labrador und Augit. — Diorit und Diabas geben ein vorzügliches Straßenbaumaterial.

c) Der Gabbro, ein granitähnliches Gemenge von Labrador und Diallag.

4) Der Porphyr. Er ist ein inniges Gemenge von Feldspat und Quarz, in welcher dichten Grundmasse größere Krystalle eingewachsen liegen (Porphyr-Struktur). Abarten:

a) Der Quarzporphyr besteht aus dichter Felsitgrundmasse mit Quarz und Feldspatkrystallen und ist meist gelb, braun oder rot.

b) Der Porphyrit besteht aus dichter Feldspatmasse von dunkler, braunroter oder brauner Farbe, und eingesprengten Krystallen von Feldspat und Glimmer. — Die Porphyre benützt man ihrer Politurfähigkeit und Wetterbeständigkeit wegen in der Architektur und zu monumentalen Zwecken vielfach. Der im Altertum geschätzte rote Porphyr wurde von den Römern in Ägypten gebrochen.

5) Der Melaphyr oder schwarze Porphyr, ein Gemenge aus Labrador und Augit mit Magneteisen von rötlichbrauner bis schwarzer Farbe. Dieses Gestein zeigt häufig Mandelsteinstruktur:

---

1) Weit bekannt sind die aus Granit des Fichtelgebirges verfertigten Erzeugnisse der Ackermannschen Steinhauerwerkstätte zu Weißenstadt; aus dieser stammen z. B. die 60 Granitsäulen der Befreiungshalle bei Kehlheim und der Sockel des Denkmals des Königs Max II. in München. 2) Von Syene (Assuan) in Ägypten, wo sich dieses Gestein besonders schön findet.

beim Erstarren des Gesteins bildeten sich Blasenräume, die nachträglich mit Mineralien, wie Quarz, Achat rc. ausgefüllt wurden.

B. Vulkanische Gesteine.

1) Die Trachyte oder die trachytartigen Gesteine. Diese zeichnen sich durch die rauhe Beschaffenheit ihrer Masse aus und sind meist weiß, grau, gelblich, rötlich oder grünlich. Arten:

a) Der Quarztrachyt, aus glasigem Feldspat (Sanidin), und Quarz als Grundmasse bestehend, in der Krystalle von Sanidin, Glimmer und Hornblende liegen.

b) Der Trachyt, wie der vorige, jedoch ohne Quarz.

c) Der Phonolith oder Klingstein, ein hellklingendes Gestein mit grünlichgrauer, hauptsächlich Sanidin führender Grundmasse, in welcher häufig Sanidin und Hornblende eingewachsen vorkommen.

d) Der Obsidian, der Bimsstein und der Perlit sind glasige bis emailartige Gesteine von analoger chemischer Zusammensetzung wie die vorhergehenden Trachytgesteine.

2) Der Basalt, ein dichtes, scheinbar gleichartiges, grün- oder grauschwarzes Gemenge von Augit und Labrador, zu welchem oft noch Körner von Olivin und Magneteisen kommen. Durch Verwitterung des Basalts entsteht die Wacke. — Zum Straßen-, Wasser- und Hochbau verwendet.

3) Die Lava ist kein bestimmtes Gestein, sondern der erstarrte Ausfluß der Vulkane und hat im allgemeinen die Zusammensetzung des Basalts und Trachyts.

II. Sedimentgesteine.

A. Krystallinische Sedimentgesteine.

1) Der Gneis, ein körnigschiefriges Gemenge aus Feldspat, Quarz und Glimmer von grauer, weißer, gelblicher, rötlicher oder grünlicher Farbe. Er hat dieselben Bestandteile wie der Granit, nur sind sie bei ihm, und zwar vorzugsweise die Glimmerblättchen, parallel gelagert, weswegen er ein schiefriges Aussehen hat.

2) Der Glimmerschiefer, ein schieferiges Gemenge aus Glimmer und Quarz, welche lagenweise miteinander wechseln. Der Glimmerschiefer erscheint schwärzlich, grau, gelblich, rötlich oder bräunlich, je nachdem der Quarz oder Glimmer vorherrscht (Chlorit-, Talk-, Quarz- und Hornblendenschiefer).

3) Der Phyllit oder Urthonschiefer, ein schieferiges, fein krystallinisches Gemenge von Chlorit, Quarz und Glimmer von vorherrschend grauer, grünlicher oder bläulichgrauer Farbe [1]).

---

1) Die Gesteine Gneis, Glimmerschiefer und Urthonschiefer bilden die Gruppe der krystallinischen Schiefergesteine. Sie stehen gewissermaßen in der Mitte zwischen den Eruptiv- und Sedimentgesteinen, da sie geschichtet vorkommen, aber doch keine Versteinerungen enthalten. Man nimmt deshalb an, daß sie keine ursprünglichen Gesteine sind, sondern aus andern erst durch allmähliche chemische Umwandlung hervorgingen und heißt sie deshalb auch metamorphische oder veränderte Gesteine.

4) Die einfachen krystallinischen Sedimentgesteine. Dazu gehören jene Mineralien, welche in größeren Massen auftreten: Quarz als Quarzfels und Kieselschiefer; Kalkspat als Urkalk, Kalktuff und Kalksinter; Dolomit, Steinsalz, Anhydrit und Gips u. s. w.

B. Klastische Sedimentgesteine.

1) Sandsteine bilden eine Verbindung kleiner, abgerundeter oder eckiger Quarzkörner durch ein oft kaum bemerkbares Bindemittel. Dieses ist gewöhnlich Quarz, Thon, Kalk, Mergel, seltener Eisenoxyd. Hiernach unterscheidet man: quarzigen, thonigen, kalkigen, mergeligen und eisenschüssigen Sandstein. Grauwacke ist ein körniger Sandstein mit kieseligthonigem Bindemittel und von vorherrschend grauer Farbe. Die Farbe der Sandsteine ist rot, gelblich oder weiß, selten grün oder braun. Vorzügliches Material zu Bauzwecken.

2) Breccien[1]) bestehen aus eckigen Bruchstücken verschiedener Gesteine, die durch ein Bindemittel verbunden sind (Granit-, Porphyr-Knochenbreccie).

3) Konglomerate nennt man solche Gesteine, die aus abgerundeten Stücken verschiedener Mineralien bestehen und durch ein Bindemittel zusammengekittet sind.

4) Thongesteine. Hiezu gehören alle aus thonigem Schlamm erhärtete Gesteine. Man unterscheidet nach dem Grade der Erhärtung folgende:

a) Feste, harte Arten: α) Thonschiefer, hart und steinartig, ausgezeichnet schieferig, meist grau und schwarz (Dach- und Tafelschiefer, Griffelschiefer, Wetzschiefer, Kohlenschiefer); β) Schieferthon, ein mildes, ziemlich weiches, schieferiges, an der Luft zerfallendes Gestein. γ) Mergel, ein inniges Gemenge von Kalk und Thon.

b) Lose, krümliche Massen: 1) Kaolin, weiße Porzellanerde; 2) Thon, weiß, grau (Töpferthon, eisenschüssiger und bituminöser Thon, Walkerde); 3) Lehm, 30 Tl. Quarzsand, 70 Tl. Thon; 4) Letten, ein von feinzerteilten Humusstoffen durchdrungener, grauer oder bläulicher Thon oder Lehm; 5) Tegel, ein plastischer Thon in der Umgebung von Wien; 6) Löß, ein Gemenge von Sand, Thon und 5—15 % kohlensaurem Kalk.

5) Vulkanische Tuffe und Konglomerate. Es sind dies meist vulkanische Zusammenschwemmungsgebilde, d. h. vulkanische Auswurfsprodukte, die später unter Mitwirkung von Wasser zusammengeschwemmt und zersetzt wurden: Basalttuff, Trachyttuff, Bimssteintuff oder Traß (vulkanische und neptunische Tuffe).

6) Lose Trümmergesteine. Dazu gehören:

a) Sand ist eine lockere Anhäufung von kleineren oder größeren Mineralkörnern, welche meist aus Quarz, aber auch aus Glimmer, Kalk, Hornblende u. s. w. bestehen.

---

1) Spr. breddschien; die Einzahl heißt: die Breccie; it. breccia, fr. brèche; dieses Wort hängt mit „Bresche“ und „brechen“ zusammen und bedeutet soviel als Bruchwerk, Bruchgestein.

b) Schutt nennt man eine lockere Anhäufung kantiger, unregelmäßiger Gesteinstrümmer, wie sie aus der Verwitterung und Abbröckelung der Felsen hervorgehen. Schutt von kleinerem Korn nennt man Grus.

c) Gerölle oder Kies ist eine Anhäufung abgerundeter Gesteinstrümmer. Große Geröllstücke heißen Blöcke. Erratische Blöcke sind zuweilen nur wenig abgerundete, kopf- bis hausgroße Bruchstücke der verschiedensten Gesteine, die durch Gletscher und Eisberge von ihrem Ursprungsorte in ihre jetzige Lage gelangt sind.

C. Zoogene Sedimentgesteine.

Hieher gehören die meisten Kalksteine. Die jüngeren Schichten desselben bestehen nämlich aus den Kalkgehäusen niederer Tiere: der Wurzelfüßer (Rhizopoden oder Foraminiferen), Korallentiere, Stachelhäuter (Echinodermen) und Weichtiere (Mollusken). So besteht z. B. die Kreide aus den mikroskopisch kleinen Schalen der Foraminiferen.

D. Phytogene Sedimentgesteine.

Hieher gehören: Anthracit, Steinkohle, Braunkohle, Torf, Asphalt ꝛc.

Vierter Abschnitt.

Die architektonische Geologie.

Diese untersucht die Form, in welcher sich die Gesteine an dem Aufbau der Erdkruste beteiligen. Sie ist also die Lehre vom Bauplan, von der Architektur der Erde.

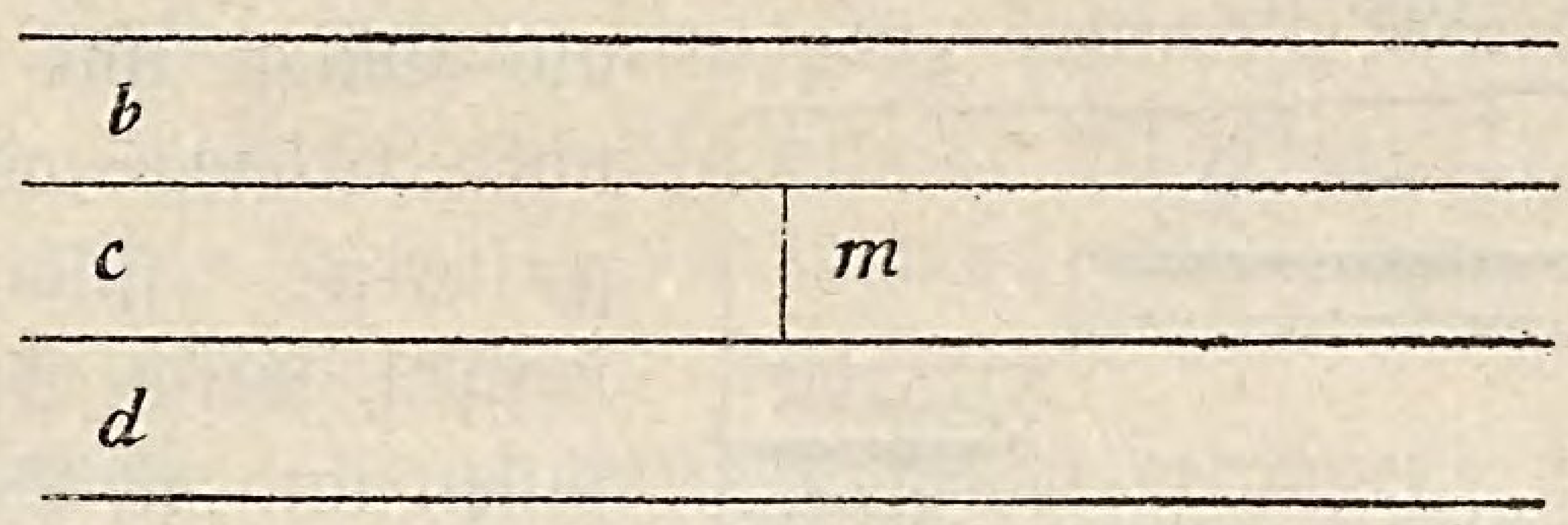
§. 16. Die Lagerung der Gesteine.

Beobachtungen. 1) Man beobachte an einem austrocknenden Teich oder einer Lache das Eintrocknen der Schlammschichten, die Entstehung verschiedener Schichten, die wagerechte Lagerung derselben, die eingeschlossenen Organismen! 2) Man benütze jede sich bietende Gelegenheit, um in Hohlwegen, Schluchten, Wasserrissen, Durchstichen, Steinbrüchen, Sandgruben ꝛc. zu beobachten: die Art der Gesteinsschichtung, die Dicke der einzelnen Schichten, die Versteinerung, die sie führen, die Lagenveränderungen der Schichten (Verbiegungen, Aufrichtung, gänzliche Umkehrung)! 3) An Erhebungen, Hügeln und Bergen beobachte man an aufgeschlossenen Stellen Form, Lagerung von Schichten, die darin vorkommenden Gänge und Adern, Absonderungen (beim Basalt, Sandstein ꝛc.)!

a) *Die zwei Hauptformen der Lagerung.* Die Form, in welcher sich die Gesteine an der Zusammensetzung der Erde beteiligen, hängt von der Entstehungsweise der Gesteine ab. Hiernach unterscheidet man die durch Absatz aus dem Wasser entstandenen *geschichteten* und die durch Eruption feuerflüssiger Massen veranlaßten *massigen Lagerungsformen.*

b) *Die geschichteten Gesteine.* Eine Gesteinsmasse, welche von zwei parallelen (oder nahezu parallelen) Flächen begrenzt ist, wird eine *Schicht* genannt. Eine jede Schicht ist das Ergebnis eines Niederschlagungsprozesses aus dem Wasser (*Auflagerung*). Fig. 4

Fig. 4.



zeigt 3 Schichten. Die über einer Schicht, z. B. über c, befindliche Schicht wird das *Hangende* und die darunter befindliche das *Liegende* genannt, und der senkrechte Abstand zwischen beiden die *Mächtigkeit.* — Schichten, die sich durch ihr Material von den sie einschließenden Schichten unterscheiden, nennt man *Lager* (z. B. Steinkohlenlager, Salzlager), und weit fortgesetzte Lager heißen *Flöze.*

Die normale Lage der Schichten ist die *horizontale.* Schichten, welche diese ursprüngliche Lage noch haben, heißen *nicht dislocierte.* Vielfache Ursachen, welche auf die Schichten wirken, rufen in denselben die mannigfachsten Abweichungen von der horizontalen Lage, *Schichtenstörungen* oder *Dislokationen,* hervor. Solche Schichten mit gestörter Lagerung heißen *dislocierte.* Diese Schichtenstörungen äußern sich in *Aufrichtung,* in *Biegung* und *Faltung, Zertrümmerung* oder *Verwerfung.*

Je nach dem Grade der *Aufrichtung* bekommen die Schichten eine mehr oder weniger geneigte Lage gegen den Horizont, die sogar in die senkrecht aufgerichtete („auf den Kopf gestellte Schichten") und die überkippte Stellung übergehen kann. — *Biegungen* und *Faltungen* können durch lokale Hebungen und Senkungen und durch seitlichen Druck verursacht werden. Als Folgen dieser Störung entstehen die Schichtensattel aa und die Schichtenmulden bb, Fig. 5. — Trennen

Fig. 5.

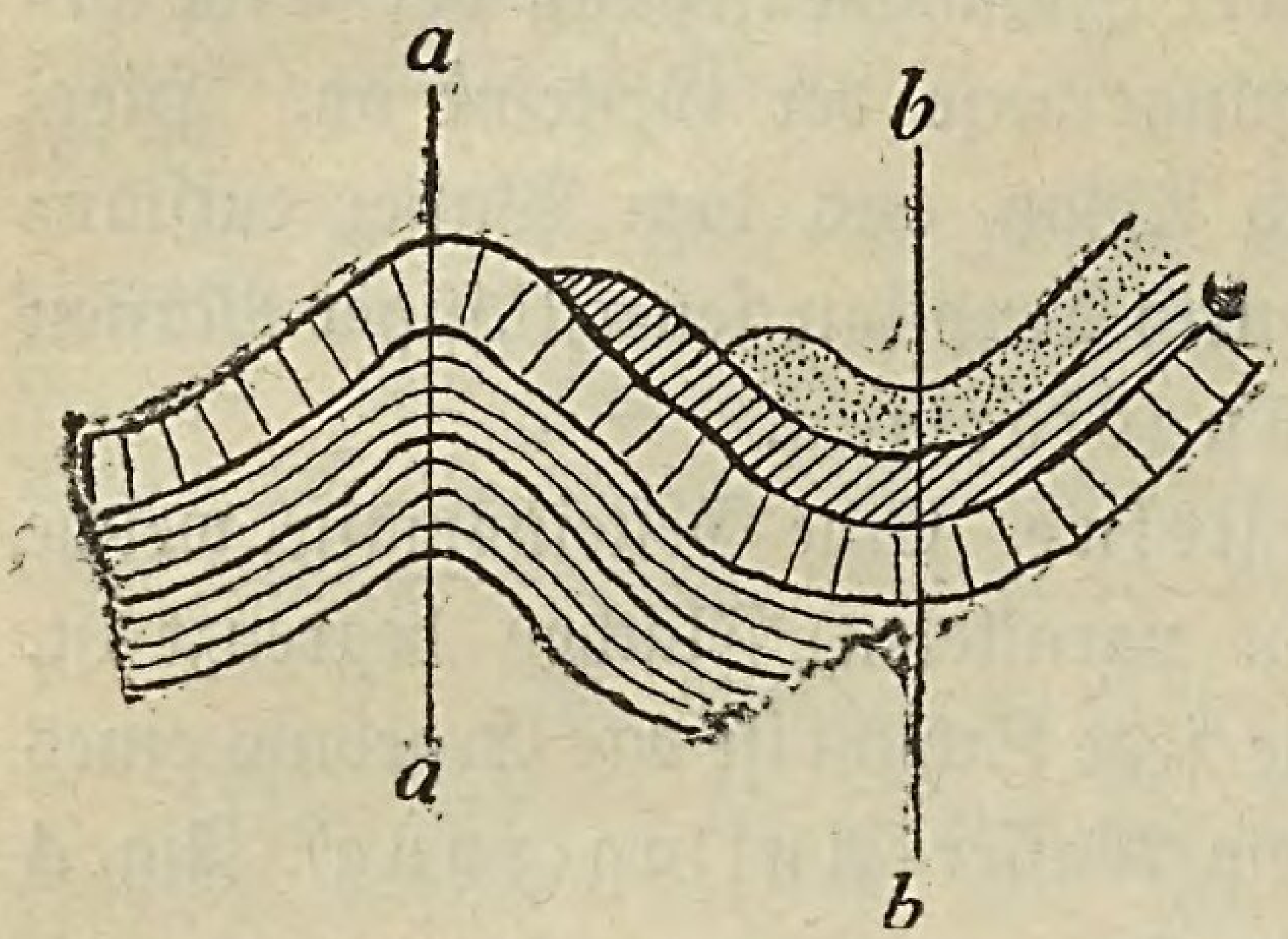
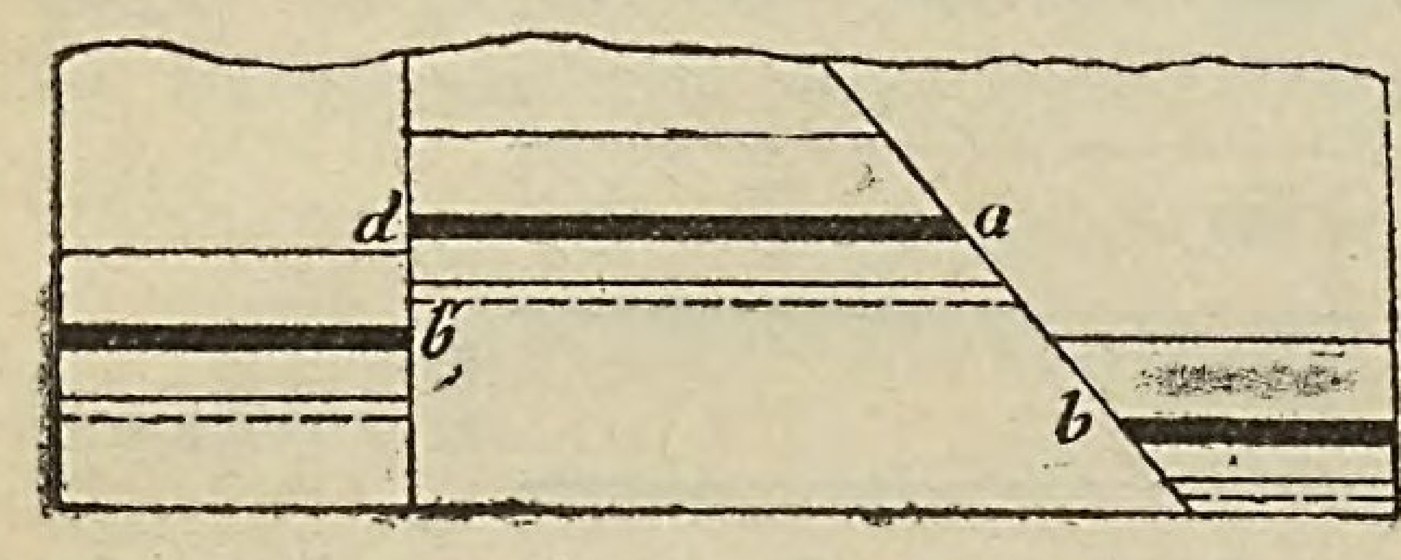


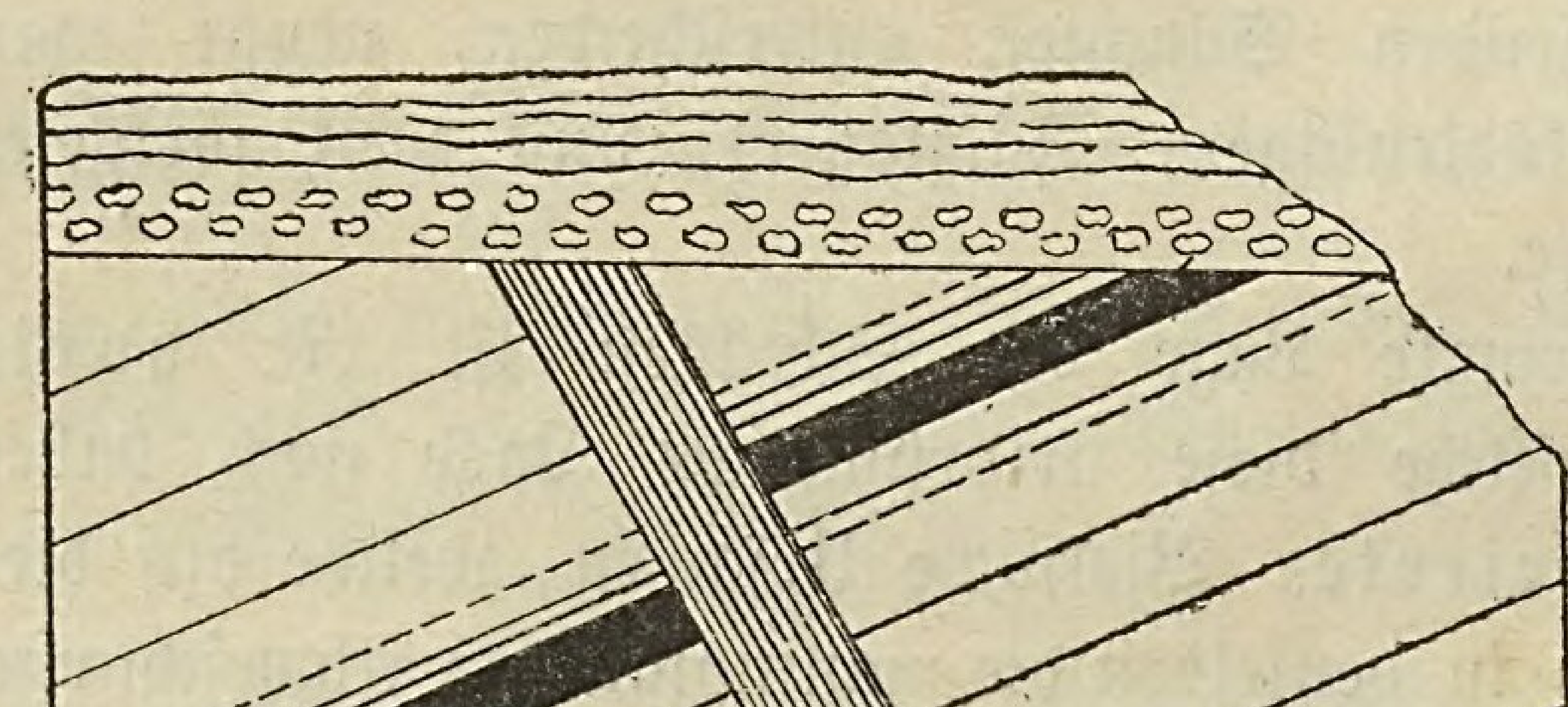
Fig. 6.



sich ganze Schichten durch Hebung aus ihrem bisherigen Zusammenhang, so entstehen Zertrümmerungen oder Verwerfungen, Fig. 6.

c) Die massigen Gesteine. Die Eruptivgesteine, welche im feuerflüssigen Zustande aus der Erde emporsteigen und die geschichteten Gesteine durchsetzen (durchgreifende Lagerung), treten als Gänge und als Stöcke auf. Gänge oder Ganggesteine sind Gesteinsmassen, welche Spalten ausfüllen und die Schichten und Lager anderer Gesteine entweder senkrecht oder unter schiefen Winkeln durchsetzen (Gesteinsgänge, Erzgänge), Fig. 7. Die schmalen und unregelmäßigen

Fig. 7.



Ausläufer derselben heißen Adern. Unter Stöcken versteht man unregelmäßige, in das umgebende Gestein eingelagerte Gesteinsmassen (z. B. Granit-, Syenitstöcke). Erreichen die Gänge und Stöcke die Oberfläche der Erde, so bilden sie hier Decken und Kuppen (z. B. Porphyr-, Basaltkuppen).

Fünfter Abschnitt.

Die historische Geologie.

Diese beschäftigt sich mit der Entwicklungsgeschichte der Erde und ihrer Bewohner.

§. 17. Die Entwicklungsgeschichte der Erde im allgemeinen.

a) Vorgänge. Die Geschichte unserer Erde hat, wie die der Völker, einen dunklen Anfang. Doch läßt sich aus einer Reihe von Thatsachen über den ersten und uranfänglichen Zustand derselben ein sicherer Schluß ziehen, eine ganz bestimmte Ansicht aufstellen, die Ansicht nämlich, daß die ganze Stoffmasse der Erde einst in glühendem, teils dampfförmigem, teils flüssigem Zustand war[1]).

Die Thatsachen, die zu dieser Annahme berechtigen, sind folgende: 1) Die Gestalt und Abplattung der Erde. Die Erde hat die Form eines Rotationssphäroids. Diese Gestalt nimmt nur ein um seine Achse sich drehender weicher Körper an. (Versuch: Abplattung einer aus dünnen, elastischen Messingstreifen lose zusammengesetzten Kugel auf der Schwungmaschine.) Also muß die Masse der Erde einst weich, nachgiebig gewesen sein. Da nun aber die Hauptmasse der Gesteine im Wasser unlöslich ist, alles Wasser der Erde auch nicht gleichzeitig alles

---

1) Nach der Weltbildungshypothese von Kant (Philosoph in Königsberg, 1724—1804) und Laplace (französischer Astronom, 1749—1827) war unser ganzes Sonnensystem einst eine den ganzen Raum desselben erfüllende Gasmasse. Von diesem glühenden Dunst- oder Gasball sollen sich obiger Hypothese zufolge ringförmige Teile abgelöst und zu selbständigen Himmelskörpern, zu Planeten, zusammengeballt haben. Bei einzelnen der auf diese Weise entstandenen Planeten wiederholte sich der Vorgang der Loslösung und es bildeten sich die Trabanten oder Monde. Die Loßreißungen des Saturn verdichteten sich nicht, sie erhielten sich als ringförmige Trabanten (Saturnringe). Mit der Entstehung des jüngsten Planeten, des Merkur, fand das Planetensystem seinen Abschluß; in seiner Mitte ist die Sonne als Anziehungszentrum. — Aus einer solchen Ablösung soll auch unsere Erde hervorgegangen sein. Für die Richtigkeit dieser Hypothse sprechen folgende Thatsachen: 1) der Sonnenkern ist noch gegenwärtig von glutflüssiger Beschaffenheit und dieser ist von einer Atmosphäre glühender Dämpfe umhüllt (nach den Lehren der Spektralanalyse); 2) noch gegenwärtig existieren die nicht verdichteten Saturnringe; 3) die Spektralanalyse hat nachgewiesen, daß die den Sonnenkörper zusammensetzenden Elemente mit den Elementen unserer Erde identisch sind; 4) die auf die Erde fallenden Meteorite enthalten nur Bestandteile, die sich auch in unserer Erde befinden; 5) die Rotations- und Revolutionsrichtung aller Planeten ist übereinstimmend.

Versuch zur Veranschaulichung des Vorgangs bei der Bildung der Himmelskörper: der sog. Plateausche Versuch (cf. Fuß-Hensold, Physik, S. 30).

Feste hätte lösen oder erweichen können, so kann nur die Wärme das allgemeine Lösungsmittel gewesen sein.

2) Der Umstand, daß noch jetzt der Erdkörper eine von der Sonnenwärme unabhängige innere Wärme besitzt, die, wie alle von dem Menschen bis jetzt betretenen oder erbohrten Tiefen beweisen, auf c. 31 m um je 1° C zunimmt, woraus folgt, daß sich die große Kernmasse der Erde noch jetzt in feuerflüssigem Zustand befinden muß. Diese im Erdinnern vorhandene Wärme gibt sich auch zu erkennen in der Lava der Vulkane und in den warmen Quellen.

Wie jeder wärmere Körper in kälterer Umgebung, so mußte auch die Erde allmählich sich abkühlen. Durch die beständige Ausstrahlung der Wärme in den Weltraum mußte ein Zeitpunkt eintreten, wo das Flüssige zu erstarren und das Dampfförmige sich zu Flüssigkeit zu verdichten begann. Infolge davon bildete sich allmählich eine aus Mineralsubstanzen bestehende Kruste, über welcher eine heiße und sehr dichte Atmosphäre schwebte, welche viele Körper der jetzigen Erdrinde in gasförmigem Zustand enthielt. Bei weiterer Abkühlung schlug sich das in der Atmosphäre enthaltene Wasser nieder und bedeckte die Erde als Urmeer. Dieses wirkte chemisch auflösend und mechanisch zerstörend auf die Erdkruste ein; durch Niederschlag dieses Materials an ruhigen Orten entstanden die ersten Sedimentgesteine, welche von den krystallinisch erstarrten Urgesteinen zu unterscheiden sind. Mit der Abkühlung mußte aber auch eine Zusammenziehung der Erstarrungskruste und durch den hiedurch auf den innern, glühend flüssigen Kern ausgeübten Druck ein Bersten der Rinde, ein Emporsteigen glühender Massen, die Bildung von Eruptivgesteinen, von Bergen und Thälern Hand in Hand gehen. Von dem Zeitpunkte an, da die Erstarrungskruste des glutflüssigen Erdballs gebildet war, beruhen alle Neubildungen von Gesteinen auf Umgestaltung früher gebildeter Felsarten mit Hilfe der Gewässer und Atmosphärilien, oder auf Erstarrung von glutflüssig emporsteigenden Gesteinsmassen. Das Material jeder jüngeren Gesteinsschicht geht somit aus der Zerstörung und Umbildung älterer Schichten, sowie der Eruptivgesteine hervor, die sich inzwischen emporgedrängt haben. Sämtliche jüngeren Schichten verdanken somit die Hauptmasse ihres Materials der Zerstörung und Umbildung der ursprünglichen Erstarrungskruste.

Die Eruptionen, die früher sehr häufig und von großer Ausdehnung waren, werden mit der Zeit immer seltener und dehnen sich nur auf einzelne Lokalitäten aus, verursachen aber trotzdem bedeutende Schichtenstörungen der Sedimentgesteine.

Mit der Bildung der Absatzgesteine begann die allmähliche Entstehung von Land, das sich nach und nach mit einer Vegetation bekleidete, die einzelnen Landtieren die Existenz ermöglichte; Meertiere waren damals schon in größerer Menge vorhanden. Die zu Grunde gehenden Pflanzen und Tiere wurden von schlammiger Mineralmasse umhüllt und so in Petrefakten verwandelt, welche sich in den Absatzgesteinen in großer Zahl befinden. Aus der Vergleichung dieser

organischen Überreste ergibt sich, daß die Pflanzen und Tiere in den langen Zeiträumen einen mannigfachen Wechsel durchmachten, verschiedene Stufen der Entwicklung durchliefen, wobei *sich ein stetiger Fortschritt von den einfachen Gestalten der früheren Zeit bis zu den vollkommenen Wesen der Jetztzeit* bemerklich macht.

b) *Formationen und Perioden.* Aus Vorstehendem folgt, daß die Gesteine durch Vermittlung von *Wärme* und *Wasser* sich bildeten und *nicht gleichzeitig*, sondern *nach und nach* entstanden. Man spricht daher von *eruptiven* und *sedimentären*, sowie von *verschieden alten* Gesteinen. Selbstverständlich läßt sich nicht das *absolute* Alter der Gesteine bestimmen, d. h. das durch eine bestimmte Zahl von Jahren ausgedrückte, sondern nur das *relative*, d. h. es kann nur entschieden werden, ob irgend ein Gestein früher oder später entstanden ist als ein anderes. Anhaltspunkte für die Bestimmung des Alters der Gesteine sind einerseits die *Lagerungsverhältnisse* derselben, andererseits die Anwesenheit gewisser *Versteinerungen* in ihnen.

Bei geschichteten Gesteinen mit normaler Lagerung muß die unter einer anderen liegenden Schicht immer älter sein, als die darüber liegende. Durchgreifende Gebirgsglieder sind jünger, als die Glieder, welche durchsetzt wurden.

Namentlich sind aber die Petrefakten für die Bestimmung des Alters *leitend* und werden daher *Leitfossilien* genannt. „An ihnen erkennt der Geognost das Alter der Schichte, wie der Architekt am Baustil einer Kirche das Jahrhundert erkennt, in welchem die Kirche erbaut wurde oder wie eine Münze, ein Schwert oder ein Speer als Beigabe in einem Grabe die Zeit und das Volk erkennen läßt, das hier seine Toten bestattet hat". Mit Recht nennt man daher die Petrefakten die *Denkmünzen der Schöpfung.*

Nach diesen Merkmalen hat man die Altersfolge der Gesteine bestimmt und diese dadurch in ein System gebracht. In diesem System versteht man unter einer *Formation* den Inbegriff aller derjenigen Gesteine, welche gleichzeitig, d. h. in derselben Zeitperiode, und gleichartig gebildet sind. Eine Gruppe von Formationen, welche nach ihrer Zusammensetzung, Lagerung und ihren Versteinerungen Übereinstimmung zeigen, nennt man ein *Gebirg.* Jede Formation repräsentiert also einen gewissen Zeitabschnitt in der Entwicklungsgeschichte der Erde; ein Gebirg aber eine geologische *Periode* oder ein *Weltalter.*

Nach der Natur der sedimentären Bildungen und der Beschaffenheit der in denselben eingeschlossenen Versteinerungen kann man

in der Entwicklungsgeschichte der Erde fünf Hauptperioden unterscheiden: die Urzeit, das Altertum, das Mittelalter, die Neuzeit und die Jetztzeit. Diese Perioden werden mit Rücksicht auf den Entwicklungsprozeß des organischen Lebens auf der Erde auch bezw. archäische, paläozoische, mesozoische, känozoische und anthropozoische Periode genannt.

§. 18. Die Entwicklungsgeschichte der Erde im besonderen.

Es handelt sich hier um die Zustände, Veränderungen, Gesteinsbildungen und das organische Leben in den einzelnen Perioden der Erde.

I. Weltalter.

Die Urzeit oder die archäische[1]) Periode der Erde.

α) Die geologischen Vorgänge.

In diese Zeit fällt die Bildung der ersten Rinde der Erde durch Abkühlung und die Entstehung der Silikatgesteine. Die Elemente des Wassers und anderer Stoffe bildeten damals eine dichte Atmosphäre um die Erde, Pflanzen und Tiere fehlten wahrscheinlich.

β) Die Formationen.

Die in dem ersten Entwicklungsstadium der Erde, der Urzeit, entstandenen Gesteine nennt man zusammen das Urgebirge, auch Grundgebirge oder primitives Gebirge. Dasselbe besteht aus krystallinischen Silikatgesteinen, teils Massengesteinen, wie Granit, Syenit, Grünstein, teils krystallinischen Schiefergesteinen, wie Gneis, Glimmerschiefer und Urthonschiefer mit untergeordneten Massen von Serpentin, körnigem Kalk und Graphit. Das Urgebirg ist reich an Erzlagerstätten und Erzgängen und an andern nutzbaren Mineralien. Es zerfällt in 2 Formationen:

a) Die Urgneisformation oder die laurentinische[2]) Formation. Sie besteht aus Gneis, Granit, Syenit, krystallinischem Kalk oder Urkalk, Graphit, Serpentin, Erzen und dem plutonischen Gestein Diorit.

---

1) Gr. archaios, alt. 2) Sie ist in Nordamerika, am Lorenzostrome, stark vertreten.

b) Die Urschieferformation oder die huronische[1]) Formation. Dieselbe besteht vorzugsweise aus Urthonschiefer und Glimmerschiefer; außerdem enthält sie auch Chlorit- und Talkschiefer, Urkalk, Graphit, Hornblendenschiefer.

α) Verbreitung im allgemeinen. Wahrscheinlich bildet die Urgneisformation überall die Grundlage der Erdrinde. Zu Tage treten die Formationen des Urgebirges nur da, wo sie infolge von Hebungen die Erdoberfläche erreicht haben oder ihr nahe gekommen sind. Ihre Mächtigkeit erreicht in einzelnen Gegenden die Größe von 30 000 m. Sie sind weit verbreitet auf allen Kontinenten, in allen Zonen. Unbedeckt von jüngeren Bildungen kommen dieselben in weiter Verbreitung vor im Erz-, Riesen- und Fichtelgebirge, in den Alpen und Karpathen, in Skandinavien und Finnland, in Nordamerika ꝛc.

β) Vorkommen in Bayern. Hierüber ist folgendes zu sagen. In den zu Bayern gehörigen Alpen kommen die Glieder des Urgebirges nur vereinzelt vor. Der bayerische Wald und ebenso der Böhmerwald (Oberpfälzerwald) gehören zum großen Teil den Formationen dieses Gebirges an. Auch ein großer Teil des Fichtelgebirges besteht aus Gliedern desselben. Die Granitmasse dieses Gebirges erhebt sich im s. ö. Teil zu bedeutenden Höhen (Waldstein, Ochsenkopf, Schneeberg, Kösseine); der Gneis bildet hauptsächlich im n. w. Teil in der Umgebung von Münchberg ein ziemlich umfangreiches Gebiet. Endlich tritt auch noch zwischen Main und Kinzig im Spessart, n. von Aschaffenburg, Gneis, mit Granit verbunden, auf, bedeckt an der Ost- und Nordseite von wenigem Rotliegenden, Zechstein und ausgedehnten Massen von Buntsandstein. — In dem soeben bezeichneten bayerischen Urgebirgsgebiet kommen viele nutzbare Mineralien vor, u. a. 1) Erze, und zwar: a) Eisenerze im Fichtelgebirg in der Umgebung von Selb, Wunsiedel, Arzberg (Brauneisenstein in Begleitung von Spateisenstein, Roteisenstein, Eisenglimmer), sowie im Spessart (Magneteisenerz); b) Bleierze im Oberpfälzer Walde bei Erbendorf, wo sich auch Blenden und Kupfererze finden, ferner im Erzlager von Bodenmais, wo man neben Bleiglanz hauptsächlich Magnetkies, Eisenkies und Kupferkies antrifft (Darstellung von Eisenvitriol und Glasschleiferrot). 2) Ferner wird der Granit und Syenit des Fichtelgebirges vielfach verarbeitet (S. 49). 3) Sodann kommt im Fichtelgebirg auf einem Lager im Phyllit (Umgebung von Wunsiedel) Speckstein vor, der zu Gasbrennern, Knöpfen u. s. w. verwendet wird. Der sich in Bayern findende Speckstein zeichnet sich durch besondere Güte aus. 4) Endlich ist noch anzuführen, daß sich hauptsächlich in Niederbayern (Passau, Wegscheid) im Gneise Graphit findet (Passauer Schmelztiegel, Obernzell).

γ) Landschaftsbilder im Gebiet des Urgebirges. Der Granit (Porphyr) und Gneis bilden in der Regel wellenförmige

---

1) Sie ist in Nordamerika, am Huronsee, stark verbreitet.

Ebenen oder domartige Kuppen (hohe Tatra, Brocken), zuweilen auch, namentlich, wenn sie von tiefen Thalschluchten durchbrochen werden, scharfe Kämme und zackige Gipfel (Roßtrappe im Harz). Charakteristisch im Gebiete des Granits sind auch kugelige, wollsackartige und quaderförmige Absonderungen (Luisenburg im Fichtelgebirg, Mittagstein auf dem Riesengebirge). — Thon- und Glimmerschiefer bilden teils wellenförmige, sanft ansteigende Berge (St. Goar am Rhein), teils ragen sie im Hochgebirge nadel- oder kammförmig über andere Gebirgsglieder hervor und bilden zuweilen überaus wilde und schroffe Felspartien (Großglockner).

γ) Das organische Leben.

Die Gesteine des Urgebirges enthalten keine sicher erkennbaren organischen Reste (sie sind azoisch[1]). Daraus kann jedoch nicht mit Sicherheit gefolgert werden, daß zur Zeit der Bildung und Ablagerung dieser Gesteine keine organischen Wesen gelebt haben. Im Gegenteil, es ist möglich, daß damals niedere Formen derselben vorhanden waren, deren weiche Körpermasse jedoch keine Spuren des Daseins hinterlassen konnte.

In gewissen knollenförmigen, aus Kalk und Serpentin bestehenden Gebilden der laurentischen Schichten glaubte man ein Fossil aus der damaligen Zeit entdeckt zu haben. Man hat es Eozoon canadense[2] genannt. Wahrscheinlich ist es nur ein rein mineralisches Gebilde.

II. Weltalter.

Das Altertum oder die paläozoische[3] Periode der Erde.

α) Die geologischen Vorgänge.

Wir können uns darüber folgende Vorstellung machen. Bei fortwährend zunehmender Erkaltung an der Außenseite mußte sich die Erdrinde mehr und mehr zusammenziehen, wodurch Runzelungen und Faltungen, neue Spalten und Risse in derselben entstanden. Durch die letzteren drangen aus der Tiefe des Erdinnern die glutflüssigen Massen herauf, kamen mit dem die Erdoberfläche bedeckenden Wasser in Berührung und erstarrten in geringeren oder größeren Tiefen zu Eruptivgesteinen. Durch fortdauernde ähnliche Eruptionen entstanden Inseln, mit denen die Bildung des Festlandes ihren Anfang nahm. Mit der Erhebung des Festlandes ging die Atmosphäre dadurch, daß sich die in ihr reichlich enthaltenen dampfförmigen Körper verdichteten und

1) Gr. ăzoos, kein Leben hervorbringend. 2) Gr. éos, Morgenröte, also: das kanadische Morgenrötetier. 3) Gr. palaios, alt, zōon, lebendiges Geschöpf, Tier.

niederschlugen, aus dem Zustand einer Dampfatmosphäre in eine Gasatmosphäre, ähnlich unserer heutigen Luft, über. Damit stellten sich die Bedingungen zur Entwicklung des organischen Lebens im Wasser und auf dem Festland ein.

β) Das organische Leben.

In den Bildungen dieser Periode trifft man deutlich erkennbare Tier- und Pflanzenreste an. Aus der Betrachtung dieser geht hervor, daß sich die Organismen jener Bildungsperiode der Erde sowohl nach ihrem äußeren Ansehen, als auch nach ihrem innern Bau weit von den Organismen der gegenwärtigen Schöpfung entfernen, weiter als die fossilen Reste der folgenden Perioden.

α) Die Pflanzenwelt der paläozoischen Periode wird fast ausschließlich durch kryptogame Pflanzen gebildet; die Dikotyledonen und die meisten Formen der Monokotyledonen fehlen noch. Als vorherrschende Formen der damaligen Flora seien hervorgehoben:

1) Die Siegelbäume (Sigillarien), Fig. 8, welche mit ihren säulenförmigen, nur am obern Teil schwach verzweigten Stämmen und mit ihrer dichten Krone von schmalen grasförmigen Blättern gewaltigen Besen vergleichbar, in die Lüfte ragten; die Rinde des Stammes ist längsgefurcht und mit siegelförmigen Blattnarben besetzt.

2) Die Schuppenbäume (Lepidodendren), Fig. 9, den vorigen

Fig. 8.

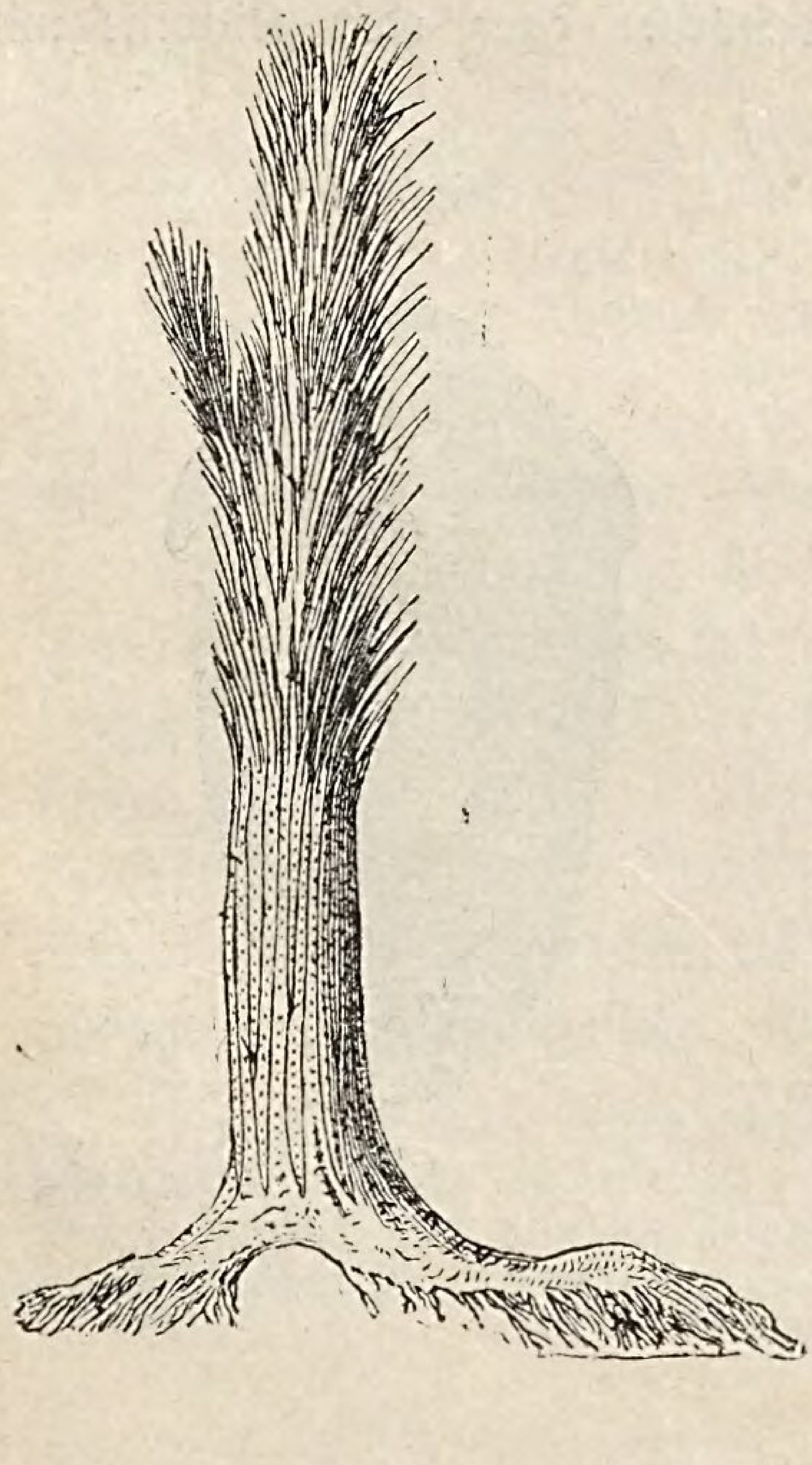
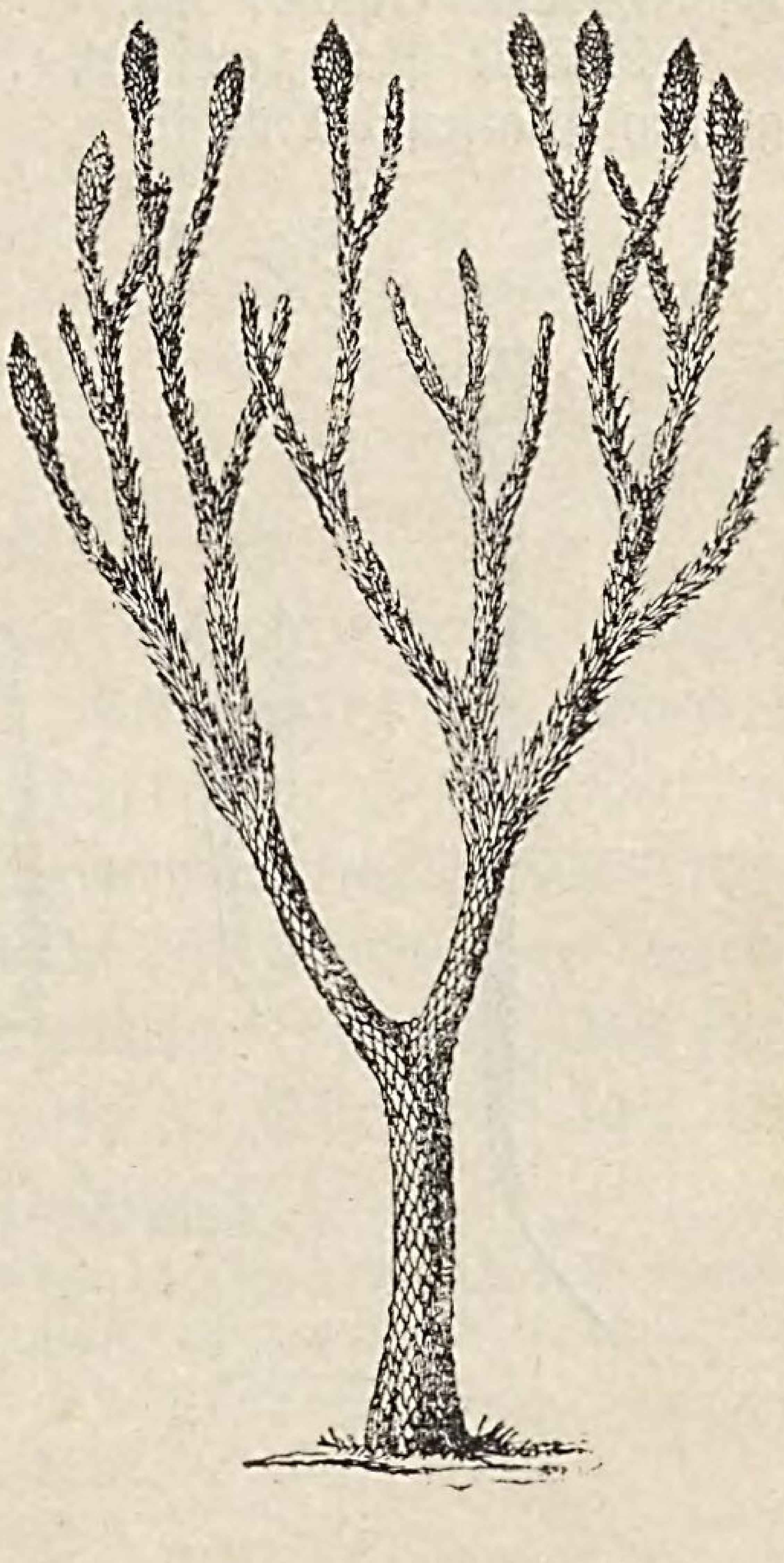


Fig. 9.



im ganzen ähnlich; nur verzweigen sich die Stämme nach oben mehrfach und die Blattnarben haben eine rhombische Gestalt. Die Siegel- und Schuppenbäume sind bärlappartige Gewächse. Während aber die heutigen Bärlappgewächse kleine, kriechende Pflanzen sind, erreichten die Sigillarien und Lepidodendren eine Höhe von 6—18 m.

3) Die Calamiten, große baumartige Schachtelhalme mit gegliederten Stämmen.

4) Farnkräuter, welche teils krautartig, teils baumartig waren. — Die angeführten vier Pflanzenarten nennt man Kohlenbildner, weil sie das Material zu den mächtigen Steinkohlenlagern lieferten.

β) Was die Tierwelt der paläozoischen Periode betrifft, so fehlen die Säugetiere und Vögel gänzlich; die Amphibien und Reptilien sind nur durch eine sehr beschränkte Anzahl vertreten; die Fische dagegen weisen einen größeren Formenreichtum auf. Die Hauptrolle spielen Korallen, Stachelhäuter, Weichtiere und Gliederfüßler. Als charakteristische Formen der paläozoischen Fauna seien hervorgehoben:

1) Die Graptolithen oder Feilenkorallen, korallenartige Tiere, welche wie feine Sägen aussehen, Fig. 10.

2) Die Orthoceratiten oder Geradhörner, zu den Kopffüßern gehörige Weichtiere, die sich durch eine langgestreckte, spitzkegelförmige und gerade Röhre auszeichnen.

3) Die Trilobiten oder Dreilapptiere zu den Gliedertieren und zwar in die Ordnung der Krustaceen gehörend, also unsern heutigen Krebsen nahe stehende Tiere, von denen sich nur der hornigkalkige Rückenpanzer erhalten hat, Fig. 11.

4) Die Panzerfische, deren Körper ganz oder teilweise mit großen Platten bedeckt ist.

Fig. 10.

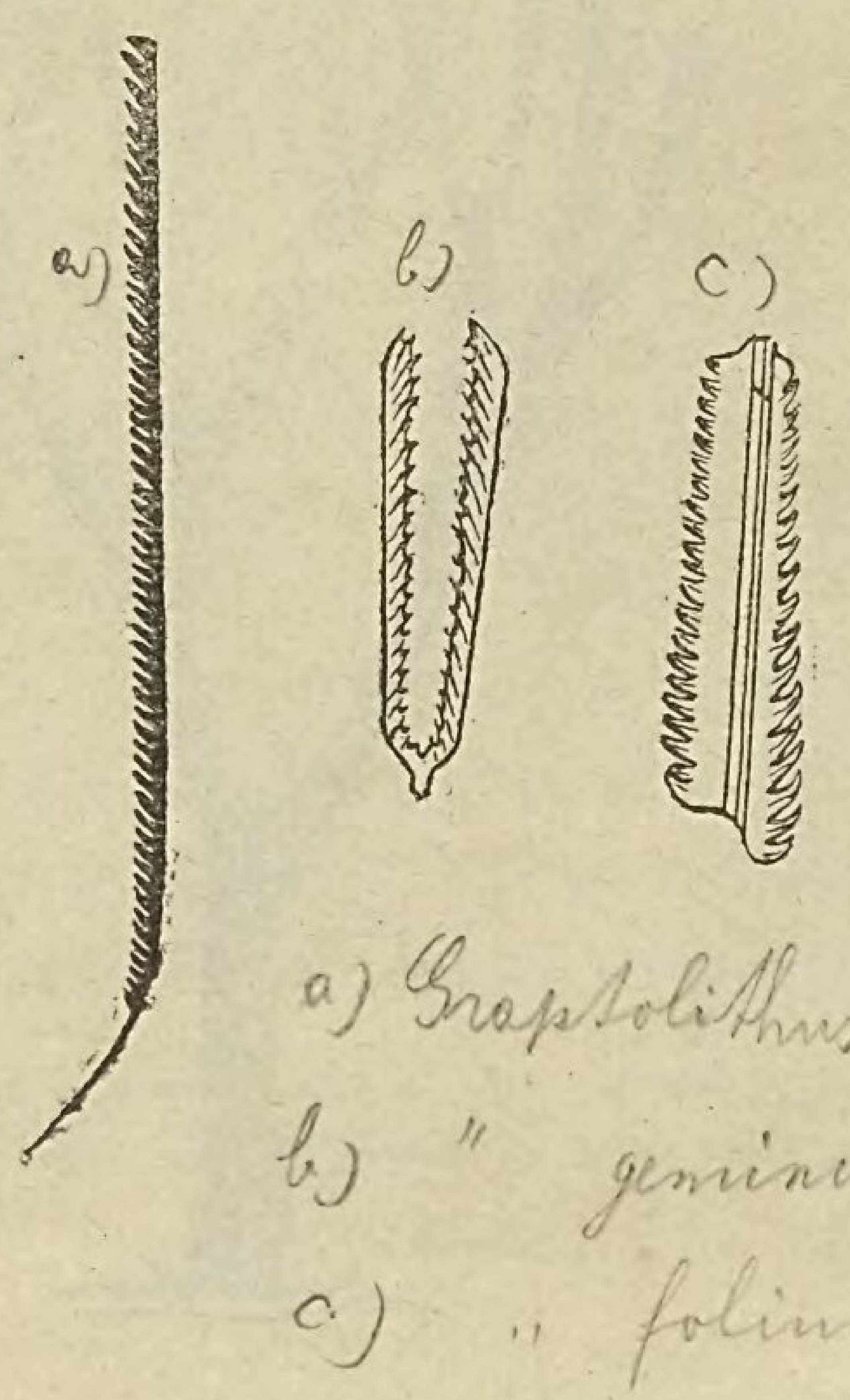
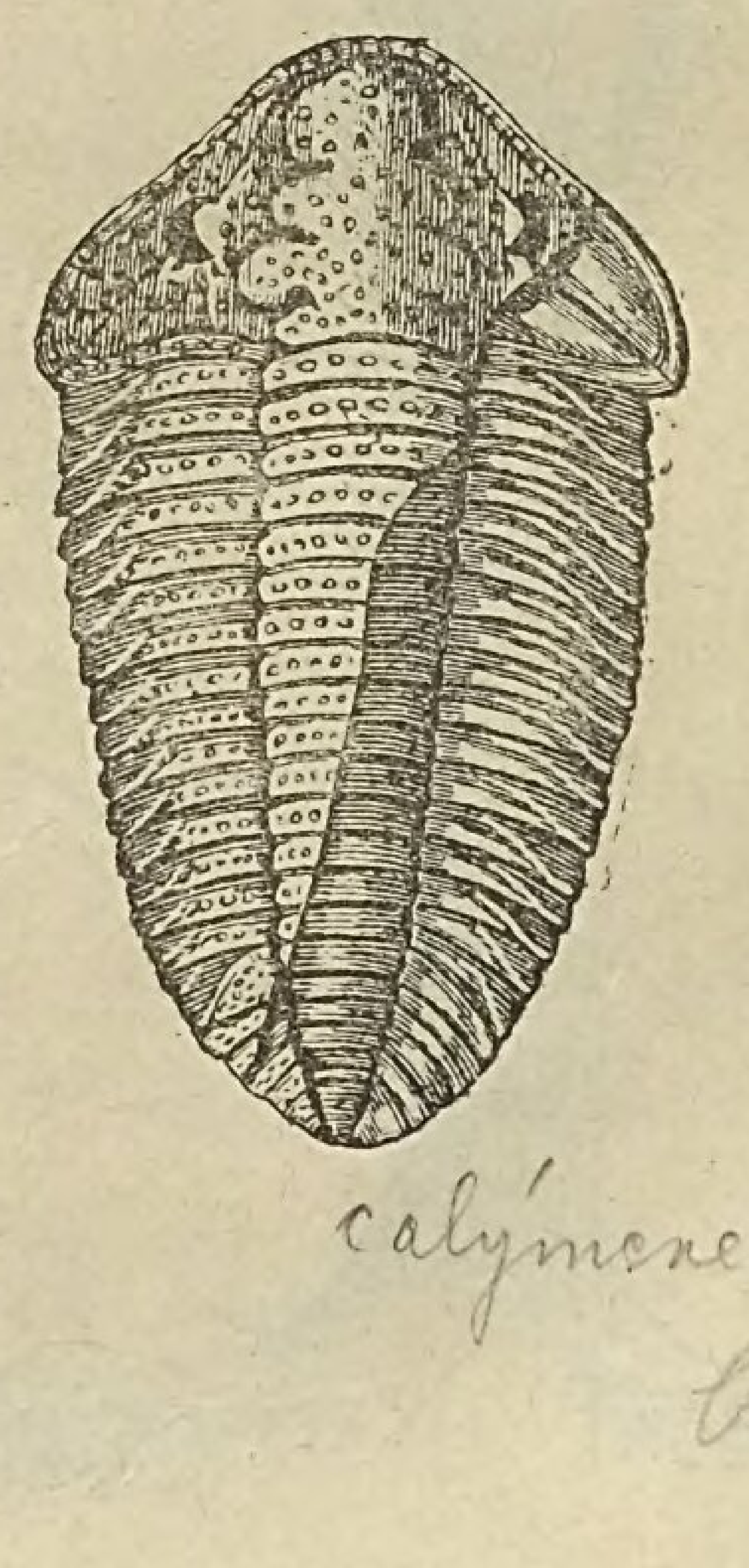


Fig. 11.



γ) Die Formationen.

Die Bildungen der paläozoischen Periode bezeichnet man zusammen als das primäre Gebirge oder das Übergangsgebirge. Dasselbe zerfällt in vier Formationen:

a) Die silurische Formation oder das Silur[1].

α) Mineralische Bestandteile. Diese Formation besteht aus Thonschiefer, Grauwacke (Grauwackenschiefer und Grauwackensandstein), Sand- und Kalkstein.

β) Versteinerungen. Sie enthält als Petrefakten: Graptolithen, Trilobiten (Blumenbachs Trilobit: Calymene Blumenbachi, Fig. 11), Orthoceratiten und Panzerfische.

Verbreitung. Am häufigsten kommt das Silur im n. und n. w. Europa vor, also in Schweden, Norwegen, England, Belgien, Frankreich 2c.; es tritt aber auch in Böhmen, in Thüringen 2c. auf.

b) Die devonische Formation oder das Devon[2].

α) Gesteinsmaterial. Dieses besteht aus Grauwacke, Sandsteinen, Mergeln, Kalken und Konglomeraten.

β) Versteinerungen. 1) Algen, Bärlappe und Farne; 2) der schöne Windungsträger (Spírifer speciósus), ein Armfüßer; 3) der gehörnte Flügelfisch (Pterichthys cornutus).

Vorkommen. Das Devon tritt in Deutschland auf am Rhein (das rheinisch-westfälische Schiefergebirge ist das ausgedehnteste devonische Gebiet Deutschlands), im östl. Thüringen, dann im n. w. Teil des Fichtelgebirges und Frankenwaldes (Umgebung von Hof).

Nutzbare Mineralien. Gold-, Silber-, Eisen-, Blei-, Zink- und Quecksilbererze (letztere z. B. Almaden in Spanien), Kohlen, namentlich Anthracit in England und Rußland, und Petroleum. In dem bayerischen Devongebiet finden sich zahlreiche Gänge von Brauneisen-, Spat- und Roteisenstein, von Blei- und Kupfererzen; auch Dachschiefer wird in demselben gefunden (Gattendorf).

c) Die karbonische Formation oder Steinkohlenformation. α) Gesteinsmaterial. Sie enthält als mineralische Bestandteile: 1) Kohlenkalkstein (ein grauer bis schwarzer Kalkstein, der häufig das Liegende der Kohlenflöze bildet); 2) Steinkohle; 3) Kohlensandstein (ein grobkörniger, grauer Sandstein mit Kieselsäure als Bindemittel; er ist häufig das Zwischengestein der einzelnen Kohlenflöze); 4) Schieferthon und

---

1) Nach dem alten Reiche der Silurer in England (Südwales), wo diese Formation besonders verbreitet ist. 2) Nach der englischen Grafschaft Devonshire. Die devonische und silurische Formation werden zuweilen auch unter dem gemeinschaftlichen Namen Grauwackenformation zusammengefaßt.

Letten (Thon, der von bituminösen Stoffen dunkelgrau gefärbt ist); 5) Schwefelkies (von gelbem, glänzendem Ansehen) und 6) Porphyr (als vulkanische Einbettung).

β) Unter den Versteinerungen sind zu nennen: Stämme von Calamiten, Farnkräutern, Lepidodendren und Sigillarien.

Verbreitung. Die wichtigsten Steinkohlenlager sind: das Lager von Saarbrücken, das westfälische Lager im Gebiete der Ruhr, das böhmische bei Pilsen, das sächsische bei Zwickau, das schlesische bei Königshütte und Waldenburg. An Steinkohlen sind ferner sehr reich: Belgien, England und Nordamerika. — In Bayern hat die Steinkohlenformation eine geringe Verbreitung. Ablagerungen von Steinkohlen finden sich nämlich nur am s. w. Abhange des Frankenwaldes (n. von Kronach in der Umgebung von Stockheim), in der Bucht zwischen dem Fichtelgebirg und dem Oberpfälzerwalde bei Erbendorf und im s. w. Teil der Rheinpfalz (St. Ingbert). In Begleitung der Steinkohle treten als Eruptivgesteine häufig Porphyr, Porphyrit und Melaphyr auf.

d) Die Dyasformation[1]) oder die permische[2]) Formation. α) Gesteinsmaterial 1) das Rotliegende[3]) (Konglomerate und Sandsteine, durch Eisenoxyd rot gefärbt), die untere Schicht der Dyas; 2) der Kupferschiefer (ein schwarzer, glänzender Schiefer, bituminöser Mergel, in dem häufig Kupferverbindungen, wie Malachit, Kupferlasur, Kupferkies ꝛc. gefunden werden); 3) der Zechstein[4]) (ein durch Bitumen grau gefärbter, sehr feiner Kalkstein).

β) Leitfossil für den Zechstein ist die stachelige Röhrenmuschel (Productus horrĭdus).

Vorkommen. England, nördliches und mittleres Deutschland (Kyffhäuser, Harz bei Eisleben), Böhmen, Mähren, Rußland. — In Bayern ist das Rotliegende auf die Ränder der älteren inselförmigen Gebirgserhebungen beschränkt. So tritt es am Rande des oberpfälzer und bayerischen Waldes bis nach Donaustauf bei Regensburg auf; insbesondere erfüllt es bei Weiden eine große Bucht; auch im Spessart findet sich dasselbe; in der Rheinpfalz tritt es im n. Teile auf. Porphyre und Melaphyre kommen als Eruptivgesteine in diesem Gebiete vor.

---

1) Dyas, f. (vom gr. dýo, zwei), die Zweiheit, die Zweizahl; dieser Name deutet darauf hin, daß die Formation aus 2 Gliedern besteht, aus dem Rotliegenden und Zechstein. 2) Sie hat im russischen Gouvernement Perm eine große Verbreitung. 3) Der volle Name dieser Bildung ist: „das rote tote Liegende“; „rot“ wegen der Farbe des Gesteines, „tot“, weil sie im Mansfeldischen die Kupfererze, die darüber vorkommen, nicht mehr enthält, also taub ist. 4) Der Name kommt daher, daß auf diesem Kalke die alten Zechenhäuser der Bergleute standen.

III. Weltalter.

Das Mittelalter oder die mesozoische [1]) Periode der Erde.

α) Die geologischen Vorgänge.

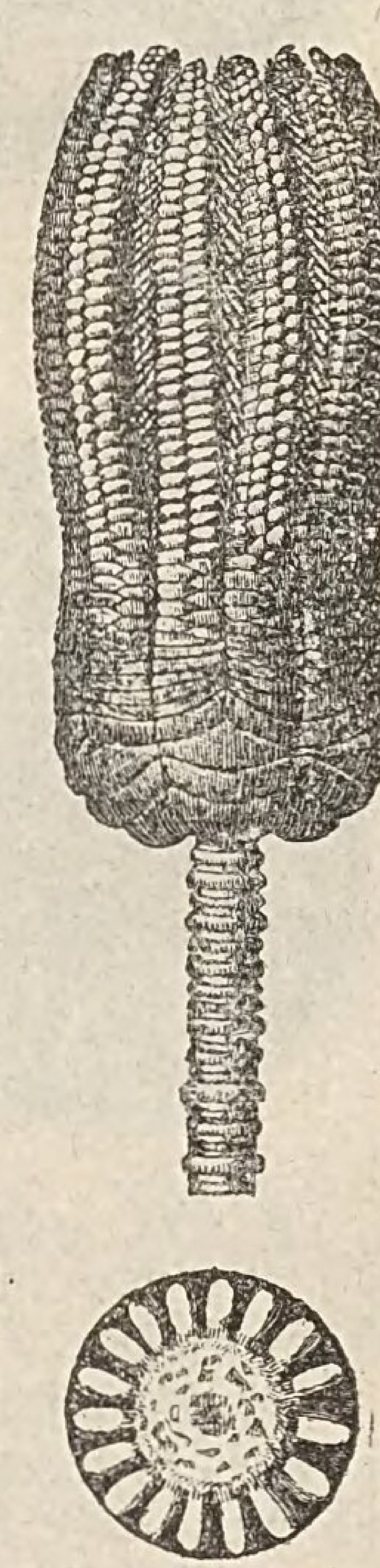
Dieselben Ursachen, welche das erste Festland entstehen ließen, wirkten auch im dritten Weltalter weiter. Infolge der stellenweisen Durchbrechungen der Erdschichten, der Senkungen und Hebungen derselben, bildeten sich die Berg- und Thalformen aus, sammelten sich die Gewässer, wurden die Inseln zu Kontinenten.

β) Das organische Leben.

Diejenigen Tier- und Pflanzenformen, welche während der paläozoischen Periode den Gesamtcharakter der damaligen organischen Welt bestimmten, treten in diesem Weltalter stark zurück, einige (Trilobiten, Sigillarien und Lepidodendren) sind gänzlich und für immer verschwunden.

α) Was die Pflanzenwelt der mesozoischen Periode betrifft, so treten in ihr neben den fortbestehenden Farnkräutern und Equisetaceen die einfachsten Blütenpflanzen auf, nämlich: Cycadeen (Sagobäume) und Koniferen; später Palmen und ausgebildete Blütenträger der Jetztzeit (Laubbäume und Sträucher).

Fig. 12.



β) In der Tierwelt der mesozoischen Periode sind vor allem die Weichtiere sehr zahlreich entwickelt, unter ihnen erreichen die Cephalopoden ihre höchste Blüte. Unter den Fischen erscheinen die ersten wahren Knochenfische. Charakteristisch für das Mittelalter der Schöpfung werden besonders die Reptilien und unter ihnen die Saurier. In das mesozoische Zeitalter fällt auch das Auftreten der ersten Säugetiere und Vögel. Die wichtigsten Tierformen des Mittelalters der Schöpfung sind:

1) Die gemeine Meerlilie (Encrinus liliiformis), Fig. 12, ist der Überrest eines zu den Strahltieren gehörigen Tieres. Sie hatte folgenden Bau: ihre lilien- oder becherförmige Krone hatte 5 Arme, die sich öffneten und den Leib des Tieres umschlossen; sie ruhte auf einem gegliederten und durchbohrten Stengel. Diese fossilen Stengelglieder sind außerordentlich häufig und heißen Rädersteinchen oder Trochiten, während die fossilen Kronen selten sind; nach dem Einschluß dieser Stengelglieder wird

---

1) Vom gr. méson, die Mitte.

der Muschelkalk, worin sie vorkommen, auch Enkrinitenkalk genannt.

2) Die gemeine Lochmuschel (Terebratūla vulgāris), Fig. 13. Die Terebrateln sind Muscheln, die zu den Armfüßern gehören; Bauchschale vorstehend, mit einem runden Loche an der Spitze, durch welches ein kurzer, stielförmiger Muskel ging, mit welchem das Tier fest saß.

3) Die Ammoniten oder Ammonshörner, Fig. 14, die meistens in Form von Steinkernen erhalten sind, waren beschalte Cephalopoden, dem noch jetzt lebenden Nautilus ähnlich. Das spiral aufgerollte Gehäuse derselben war durch wellenförmige Scheidewände in zahlreiche Kammern geteilt, deren letzte vom Tier bewohnt war.

Fig. 13.

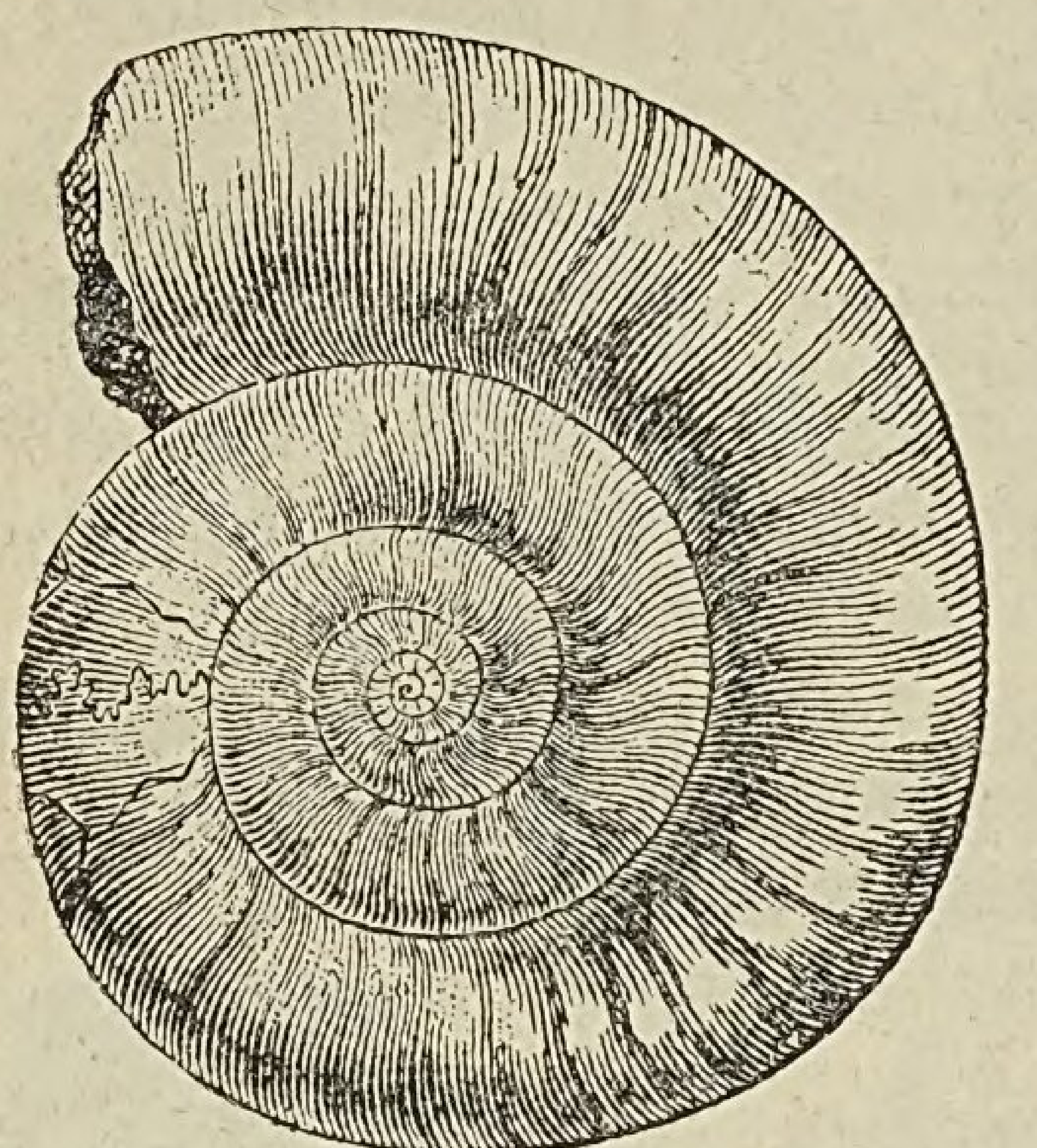


Fig. 14.

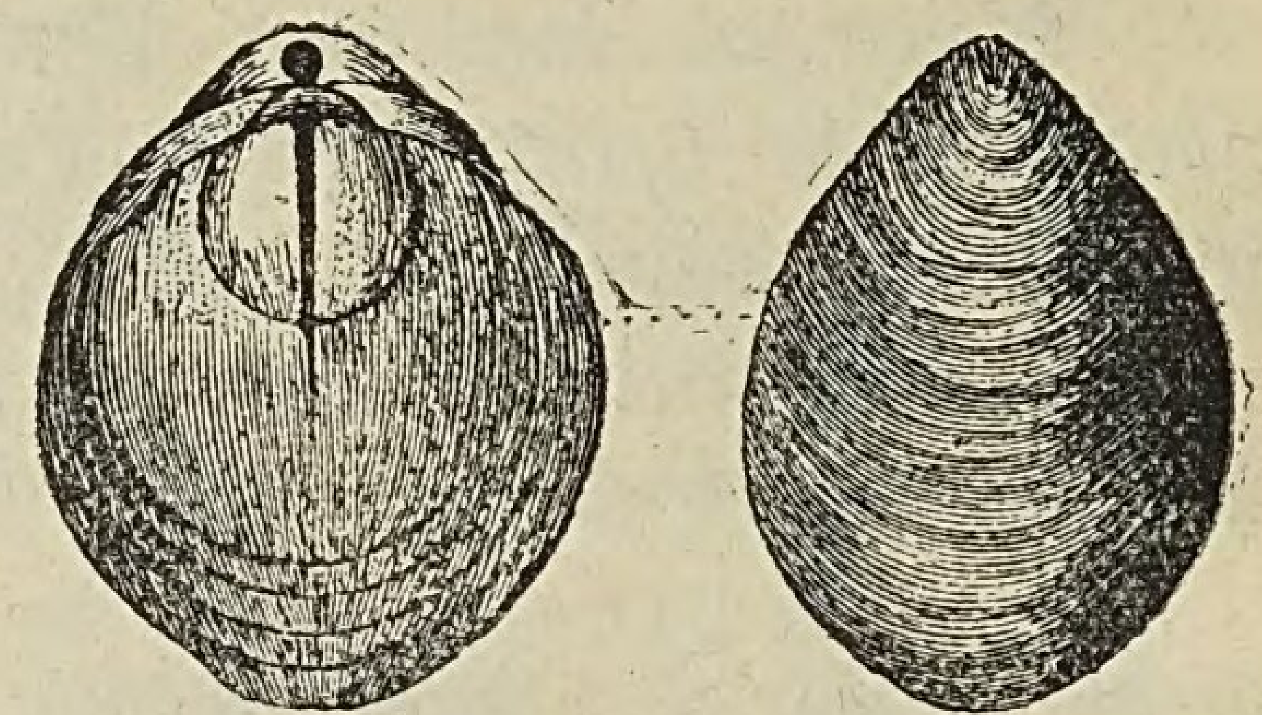
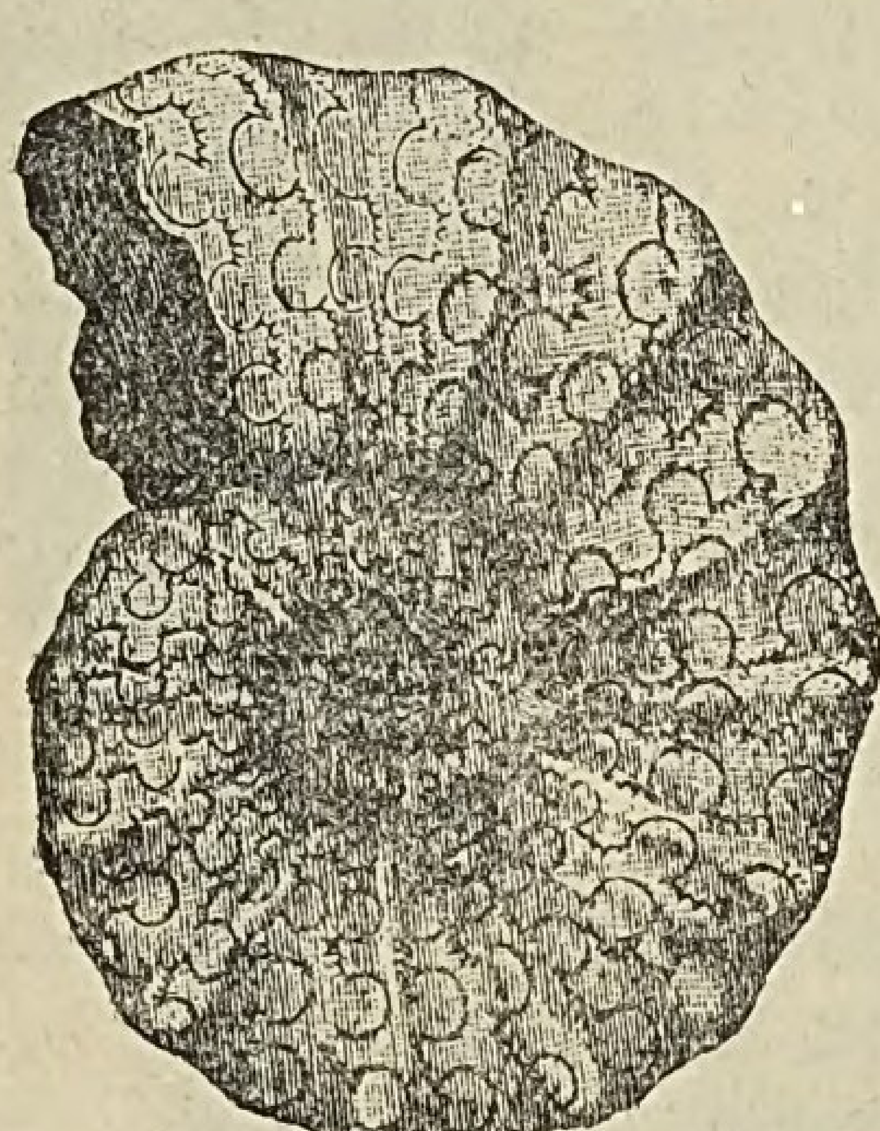


Fig. 15.



4) Eine besondere Art der Ammoniten sind die Ceratiten, Fig. 15.

5) Die Belemniten (Donnerkeile, Teufelsfinger) waren unbeschalte Cephalopoden, den Tintenfischen ähnlich. Der schlanke, spitze oder am Ende fingerartig abgerundete Zapfen, den man von den Belemniten findet, bildete wahrscheinlich den inneren, festen Bestandteil dieser Tiere.

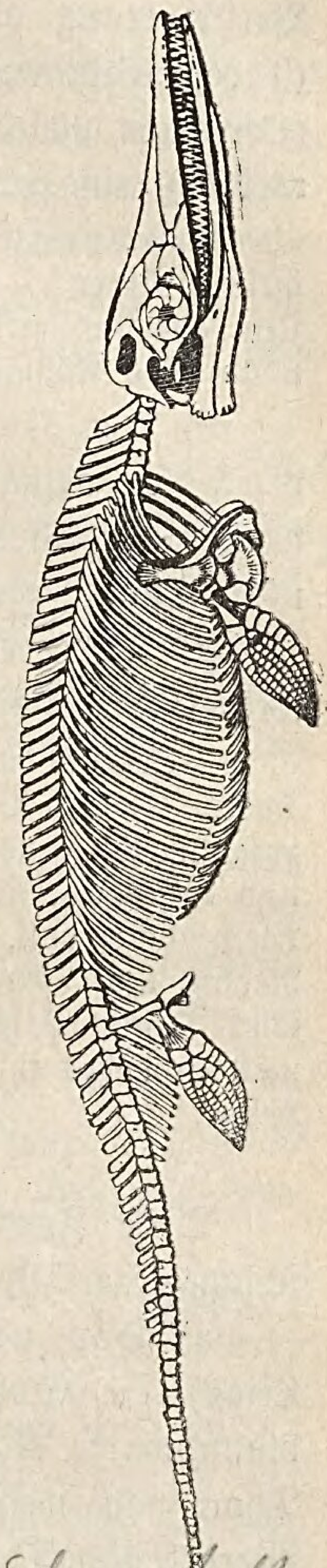
6) Die gemeine Fischeidechse (Ichthyosaurus communis), Fig. 16, war ein 10—12 m langes, krokodilartiges Tier mit flossenartigen Füßen.

7) Noch seltsamer gestaltet war der c. 9 m lange Schlangendrache (Plesiosaurus), der eidechsenartigen Kopf, schlangenartigen Hals und Ruderfüße hatte.

8) Der Flugsaurier (Pterodactylus) war eine fliegende Eidechse von der Größe einer Taube, bis zur Größe einer Gans.

9) Der Urvogel (Archaeopteryx), 1861 in den Solnhofer Schichten entdeckt; er vereinigt Eigenschaften der Saurier mit denen der Vögel.

Fig. 16.



γ) Die Formationen.

Die Bildungen der mesozoischen Periode nennt man zusammen das sekundäre Gebirge oder das Flözgebirge. Dasselbe zerfällt in 3 Formationen:

1) Die Triasformation[1]).

Diese wird auch, da sie sehr reichhaltige Lager von Steinsalz enthält, Salzgebirge genannt, und besteht aus drei Gliedern oder Unterformationen, welche sind:

a) Der Buntsandstein. α) Gesteinsmaterial. Dieses Glied enthält: 1) Buntsandstein (ein feinkörniger Sandstein, der häufig gelb, rot und grün gefärbt ist); 2) Dolomit; 3) Gips und 4) Steinsalz.

β) Unter den Petrefakten sind zu nennen: 1) die verschiedenblättrige Voltzia (Voltzia heterophylla), ein Nadelbaum mit Nadeln und Laubblättern; 2) die Fußspuren eines Lurchtieres mit je 5 Fingern, des sog. Handtieres (Chirotherium Barthi).

Vorkommen. Süd- und Ostrand des Schwarzwaldes, Odenwald, Spessart, Rhön, Thüringen und Alpen. — Was speziell Bayern betrifft, so kommt der Buntsandstein an der Ostseite des Spessarts vor und erstreckt sich am Main bis Karlstadt und an der fränkischen Saale bis über Neustadt, nimmt also den westlich von der fränkischen Saale und im Mainviereck liegenden Teil Unterfrankens größtenteils ein.

b) Der Muschelkalk, eine marine Bildung. α) Gesteinsmaterial. Er enthält: 1) Wellenkalk (kohlensaurer Kalk mit wellenförmiger Schichtung); 2) Gips und Anhydrit; 3) Steinsalz (die Salzlager in Württemberg und in der Schweiz).

β) Versteinerungen. 1) Die gemeine Meerlilie oder

---

1) Trias, f., die Dreizahl, Dreiheit.

der Lilienstern (Encrinus liliiformis). Sie ist die bezeichnendste Versteinerung dieser Formation; 2) die gemeine Lochmuschel (Terebratūla vulgāris), Fig. 14; 3) das knotige Ammonshorn (Ceratītes nodōsus), Fig. 15; 4) die gestreifte Feile (Lima striāta), eine zweiklappige Muschel.

Verbreitung. Südliches und mittleres Deutschland, Schweiz, östliche Alpen. — In Bayern tritt er s. ö. und ö. vom Buntsandstein auf und erstreckt sich bis Rothenburg, Windsheim, Kitzingen, Eltmann und Königshofen.

c) Der Keuper[1]), eine Landbildung. α) Gesteinsmaterial. Er enthält: 1) Sandsteine, die feinkörnig und häufig von weißgrauer Farbe sind; 2) Lettenkohle, ein dunkler, bituminöser Thonschiefer; 3) Steinsalz und Gips; 4) bunte Mergel.

β) An Versteinerungen ist dieses Glied sehr arm. Charakterisiert wird diese Zeit durch ein krokodilartiges Tier, das Belodon.

Verbreitung. Der Keuper ist überall Begleiter des Muschelkalkes. — In Bayern zieht er von dem Abhange des Schwarzwaldes zusammenhängend in einem Zuge gegen das Ries bei Nördlingen und Öttingen, dehnt sich dann über das Thal der Altmühl bis nahe Weißenburg aus, folgt von hier in nördlicher Richtung dem Laufe der Rednitz und Regnitz bis Bamberg und folgt von hier dem Main bis über Bayreuth hinaus. Westlich der Regnitz hebt sich der Keuper allmählich höher in dem Steigerwalde, östlich davon bildet er nur niedrige Hügel.

2) Die Juraformation[2]).

Diese Formation, das Produkt eines ruhigen Meerniederschlages, zerfällt in drei Glieder, welche sind:

a) Der untere oder schwarze Jura oder Lias (spr. Leias). α) Gesteinsmaterial. 1) Liaskalke, bläuliche oder blauschwarze Kalksteine; 2) Liassandsteine, Bindemittel meist Thon, von weißlicher und braunroter Farbe; 3) Liasschiefer, Mergel und Thonschiefer, stark bituminös, daher schwarzgrau.

β) Von den vielen Versteinerungen, die der Lias enthält, sind zu nennen: 1) die gebogene Habichts- oder Greifmuschel (Gryphaea arcuāta), ist ungleichschalig, die größere Schale ist stark gewölbt, die kleinere platt; 2) die Kahn-Greifmuschel (Gryphaea cymbium); 3) Belemniten, Ammoniten und Stengelglieder von Pentakriniten; 4) die gemeine Fisch-

1) Keuper, Köper, Name für ein buntes Gewebe in Thüringen. Der Name soll auf die buntfarbigen Letten und Thone dieser Formation hinweisen.
2) Benannt nach dem französisch-schweizerischen Juragebirge.

eidechse (Ichthyosaurus communis); 5) die Halseidechse (Plesiosaurus).

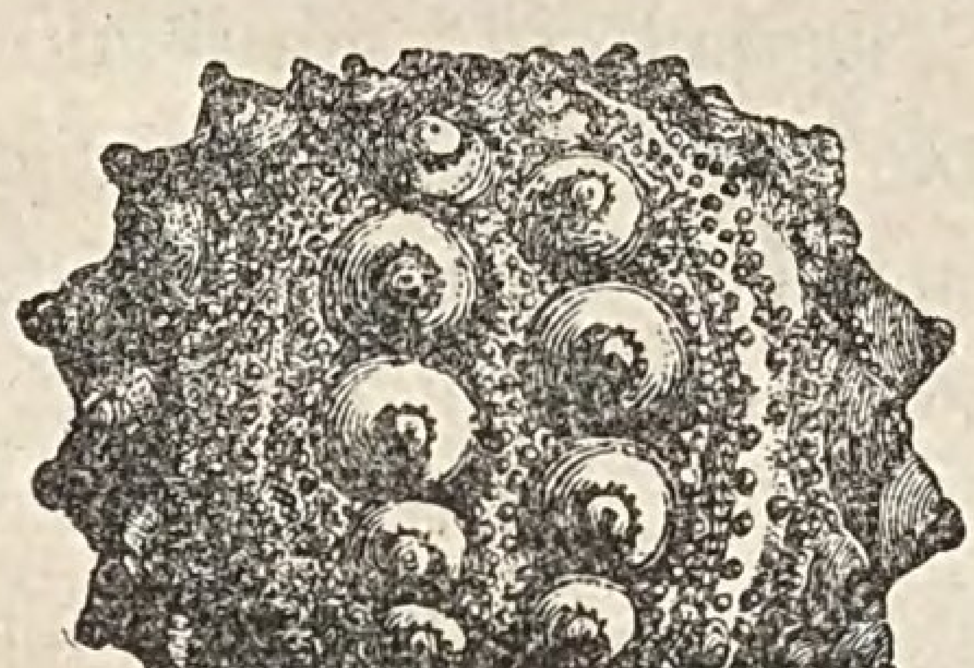
b) Der mittlere oder braune Jura oder der Dogger.
α) Material. 1) Kalk-, 2) Sandsteine und 3) Schiefer sind auch die Hauptbestandteile dieser Etage, sind aber durch Eisenocker braunrot gefärbt. Die Sandsteine bestehen häufig aus verkitteten Körnern und heißen dann Rogensteine oder Oolithe[1].

β) An Versteinerungen enthält der Dogger viele Ammoniten, und Belemniten.

c) Der obere oder weiße Jura oder der Malm.
α) Material. 1) Vorherrschend hellfarbige Kalksteine; besonders berühmt sind die Plattenkalke oder Kalkschiefer, die sogenannten Solnhofer Platten, welche den Steindruck ermöglichen; 2) Sandsteine und Schieferthone; 3) Krystallinische Dolomite, die zahlreiche Knochen- und Tropfsteinhöhlen einschließen.

β) Versteinerungen. 1) Die dickschnäblige Flugeidechse (Pterodactўlus crassirōstris); 2) der Urvogel (Archaeopteryx lithographicus); 3) Seeigel, z. B. der kerbmündige Meerturban (Hemicidăris crenulăris), Fig. 17; 4) außerdem zahlreiche Austern (Ostrĕa), Kammuscheln (Pecten), Terebrateln, Ammoniten und Belemniten.

Fig. 17.



Verbreitung der Juraformation. Schweiz, Württemberg, Bayern, Thüringen, Braunschweig, Hannover. Außerdem Frankreich und England. — Was ihr Vorkommen in Bayern betrifft, so erstreckt sie sich vom Wörnitzdurchbruche bei Donauwörth in ziemlich breitem Zuge, hie und da isolierte Berge bildend, wie den Hesselberg und die Wülzburg, bis Donaustauf, wo sie sich an das Urgebirge des bayerischen Waldes anlegt. Dort wendet sich das Juraplateau fast unterm rechten Winkel gegen Norden bis an den Main, an dem sie bei Lichtenfels in Sandsteingebilde steil hinabfällt. Der weiße Jura ist durch das Auftreten mächtiger Dolomite ausgezeichnet; in ihm befinden sich auch die berühmten Solnhofer Platten. — Die Juraformation, insbesondere der Lias und der weiße Jura, ist auch durch das ganze Gebiet der zu Bayern

1) Diese Körner hielt man früher für versteinerte Fischrogen, daher der Name: oon, Ei, lithos, Stein. Größere derartige Bildungen heißen Erbsensteine.

gehörigen Alpen verbreitet. Der in diesem Gebiet vorkommende Marmor findet großartige Anwendung.

Landschaftsbilder im Gebiete der Juraformation. Die Gesteine dieser Formation bilden sehr interessante Felsscenerien. Besonders zeichnen sich die Dolomite durch die abenteuerlichen Formen ihrer Felsbildungen mit zackigen, steil abstürzenden Wänden aus (fränkische Schweiz, Rosengarten bei Bozen).

3) Die Kreideformation.

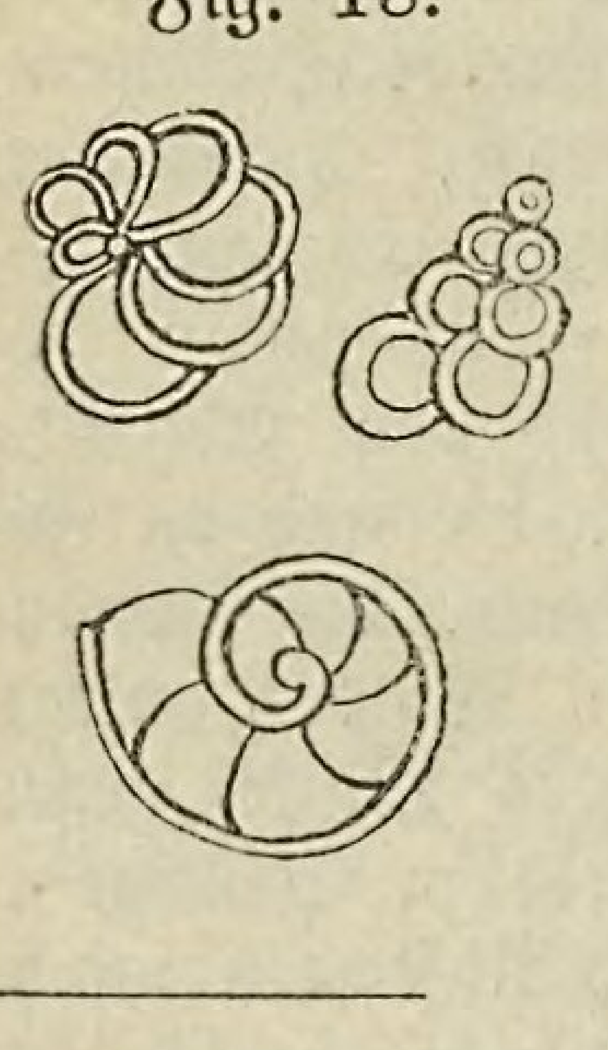
Diese zerfällt in mehrere Gruppen, nämlich:

a) Die untere Kreide, oder das Neocom[1]), oder die Neocombildung oder der Hils. Material: 1) Kalkstein; 2) mächtige Sandsteine, welche in mehr oder weniger kubischen oder rechteckigen Massen abgesondert sind (daher der Name: Quadersandsteine); 3) Thone. — Zwischen den jüngsten jurassischen Bildungen und der eigentlichen Kreide finden sich an manchen Orten Schichtengesteine, die aus eisenschüssigem Sandstein bestehen und Wealden-[2]) Schichten (spr. Wieldenschichten) genannt werden.

b) Die mittlere Kreide oder der Gault[3]), besteht aus bläulich-grünem Thon, aus Kalk- und Sandsteinen.

c) Die obere Kreide, welche in die 3 Glieder Cenoman[4]), Turon[5]) und Senon[6]) zerfällt. Material: 1) weiße Schreibkreide mit Feuersteinknollen; 2) Kreidetuffe; 3) Quadersandsteine; 4) Grünsandstein (ein Thonsandstein mit Glaukonitkörnern; Glaukonit, eine Erdart, die vorwiegend aus Kieselsäure und Eisenoxyd besteht und die in manchen Sedimentgesteinen in der Form von Körnern enthalten ist); 5) verschiedene Mergelarten (der graue, gelbe oder gefleckte Plänermergel[7]), der grünliche Glaukonitmergel).

Fig. 18.



Versteinerungen der Kreideformation: 1) Wurzelfüßer oder Foraminiferen, Fig. 18, aus deren sehr kleinen Schalen die Kreide besteht; 2) die rauhe Kammuschel (Pecten asper); 3) das Kuhhorn (Hippurites cornu

---

1) Von Neocomum, Neuchâtel, in dessen Umgebung sie zuerst beobachtet wurde. 2) Engl. Weald, Wald; in einem Walde in Sussex sind diese Bildungen häufig. 3) Der provinziell-englische Name Gault bezeichnet einen bläulichen fetten Thon in England. 4) Nach der französischen Stadt Le Mans (Cenomanum). 5) Nach der französischen Landschaft Touraine. 6) Nach der französischen Stadt Sens a. d. Yonne. 7) Planus, eben, flach.

vaccinum), ein Armfüßer, dessen größere Schale die Form eines schwach gebogenen Rinderhornes hat, während die kleinere flach ist; 4) Belemniten und Ammoniten; 5) Turmsteine oder Turriliten, z. B. Turrilites catenatus[1]).

Verbreitung. Die Kreideformation ist über die norddeutsche Ebene, sowie in Dänemark, der Insel Rügen, in Frankreich und England verbreitet.

Landschaftsbilder in der Kreideformation. Der Quadersandstein dieses Gebiets bildet wegen seiner mannigfachen Absonderung und Zerklüftung, sowie wegen seiner verschiedenen Verwitterbarkeit häufig malerisch gruppierte und seltsam geformte Felspartien, z. B. in der sächsischen Schweiz (die Bastei, der Königs- und der Lilienstein), zu Adersbach in Böhmen, im Harze (Teufelsmauer bei Blankenburg). Sehr eigentümliche Felsbildungen finden sich auch im Gebiet der eigentlichen Kreide (Stubenkammer auf Rügen).

IV. Weltalter.

Die Neuzeit oder die känozoische[2]) Periode der Erde.

α) Die geologischen Vorgänge.

Im Verlaufe der Neuzeit oder der Tertiärzeit, wie sie auch heißt, erlangte die Erdoberfläche infolge bedeutender, durch eine großartige vulkanische Thätigkeit hervorgebrachter Hebungen und Senkungen des Festlandes allmählich und im wesentlichen ihre heutige Gestaltung. Charakteristische Erscheinungen der Tertiärzeit sind insbesondere die Entstehung der heutigen Hochgebirge (so der Pyrenäen, Alpen, Karpathen, des Kaukasus, des Himalaja und der Cordilleren) und die allmähliche Herausbildung von Klimazonen in unserem heutigen Sinn (so hatte Europa in der älteren Tertiärzeit noch tropisches Klima, in der mittleren dagegen subtropisches, im jüngern Tertiär gemäßigtes).

β) Das organische Leben.

Mit dem Beginn der Tertiärzeit verschwinden viele Tier- und Pflanzenformen für immer (Ammoniten, Belemniten, Saurier); andere Typen des Tier- und Pflanzenreichs treten von jetzt an mehr und mehr in den Hintergrund. Dagegen gelangen in diesem Zeitalter die höchsten Pflanzen- und Tierformen, die Laubhölzer und Säugetiere, zu einer großartigen Entfaltung.

Die wichtigsten Formen der tertiären Säugetierfauna sind: 1) das Paläotherium, ein tapirähnliches Tier mit dem Gebisse eines

---

1) Von turris, Turm; catēna, Kette. 2) Gr. kainos, neu.

Nashorns; 2) das Anoplotherium, ein Zweihufer von der Gestalt einer Antilope, der Vorläufer der Wiederkäuer; 3) das Mastodon, das dem heutigen Elefanten verwandt ist; 4) das Dinotherium, ein gewaltiger Dickhäuter mit rückwärts gekrümmten Stoßzähnen im Unterkiefer.

γ) Die Formationen.

Die in der Neu- oder Tertiärzeit entstandenen Gesteinsbildungen nennt man das Tertiärgebirge, wohl auch das Braunkohlengebirge (nach seinem nützlichsten Gliede) oder das Molassegebirge (nach einem charakteristischen Bestandteil). Dieses Gebirge, das aus Süßwasser- und Meeresbildungen, sowie aus vulkanischem Material besteht, wird in folgende Formationen eingeteilt:

a) Das untere Tertiär oder die Eocänformation[1]).

α) Gesteinsmaterial: 1) die Numulitengesteine, Kalk- und Sandsteine, in denen sich sehr zahlreich Numuliten finden; 2) die Flyschbildungen, aus Sandsteinen und dunkelfarbigen Schiefern bestehend; 3) der Grobkalk (ein gelblicher Kalk mit Beimengungen von Sand und Thon; Becken von Paris und London).

β) Versteinerungen: 1) Reste von Feigenbäumen, Myrten, Palmen ꝛc.; 2) Münzmuscheln, z. B. die glatte Münzmuschel (Numulīna laevigāta), Foraminiferen mit sehr dünnen, gekammerten Schalen, die einige Ähnlichkeit mit einer Münze (numus) haben, Leitfossil für den Numulitenkalk; 3) Hornschnecken, z. B. Riesenhornschnecke (Cerithīum gigantēum), sechseckige Hornschnecke (C. hexagōnum), beperlte Hornschnecke (C. margaritacēum); 4) das Paläotherium und das Anoplotherium.

Vorkommen. Numulitenbildungen: nördliche und südliche Alpen, Apenninen, zu beiden Seiten des Mittelmeeres (die Pyramiden Ägyptens größtenteils aus Numulitenkalk erbaut), in Bayern besonders bei Sonthofen (hier auch Rot- und Brauneisenerzlager). Flysch: Schweiz und östliche Alpen; in den Flyschschichten Bayerns in der Nähe von Tegernsee (in St. Quirin) tritt ein Erdöl zu Tage, das unter dem Namen St. Quirinus bekannt ist. Grobkalk: Paris und London.

---

1) Gr. eos, Morgenröte, kainos, neu, also soviel als Morgenröte des Neuen; diese Schicht enthält etwa 4% solcher Pflanzen- und Tierarten, die noch heute leben. — Das Tertiär wird auch zuweilen wie folgt gegliedert: a) Alttertiär oder Paläogen (gr. génesis, Bildung) mit 1) Eocän und 2) Oligocän (gr. oligos, wenig); b) Jungtertiär oder Neogen (gr. neos, neu) mit 3) Miocän und 4) Pliocän.

b) Das mittlere Tertiär oder die Miocänformation[1]). Die untere Schicht dieser Formation wird zuweilen das Oligocän genannt. *α*) Gesteinsmaterial: 1) Braunkohle, aus Phanerogamen entstanden; 2) Braunkohlensandstein; 3) Tegel (ein blaugrauer, thoniger Mergel); 4) die Molasse [2]) (ein graulicher oder grünlicher, teilweise sehr loskörniger und zerreiblicher Sandstein); 5) die Nagelfluh (ein Konglomerat von Kalksteinen, Granit, Gneis und Porphyr, welche Stoffe durch kalkigen oder sandigen Mergel verkittet sind); 6) Bernstein; 7) Bohnerze; 8) Steinsalz der Karpathen.

β) Petrefakten: 1) Reste von Eichen, Ulmen, Cypressen, Bernsteinfichten ꝛc.; 2) das Mastodon; 3) das Dinotherium.

Vorkommen. Braunkohle: in Norddeutschland, Sachsen, Böhmen und Bayern (hier: Miesbach, Tölz, Pensberg und Peißenberg); Molasse und Nagelfluh in der Schweiz, Bernstein an der Ostsee.

c) Das obere Tertiär oder die Pliocänformation [3]). *α*) Material: 1) Thonmergel; 2) glimmer- und kalkreicher Sand; 3) der Öninger Schiefer (ein plattenförmiger Kalkstein).

β) Versteinerungen: Scheuchzers Riesensalamander, ein Lurchtier von 1 m Länge, geschwänzt; die Reste dieses Tieres wurden anfangs für Teile von Menschenskeletten gehalten, daher „Scheuchzers Sündflutmensch (homo diluvii testis).

Vorkommen. Umgebung von Öningen im badischen Seekreise; Apenninen, Schwefellager Siciliens.

Landschaftsbilder im Gebiete des Tertiärs. Die in der Tertiärzeit entstandenen vulkanischen Massen (z. B. in der Rhön) enthalten Basalt, Dolerit, Phonolith und Trachyt. Der Basalt bildet entweder steilansteigende, meist regelmäßige Kegelberge oder er tritt in säulenförmigen Absonderungen und Zerklüftungen zu Tage, die meist fächerförmig angeordnet sind; diese Säulen sind 5- oder 6seitig, haben 5 cm — 3 m Durchmesser und eine Länge von 2—100 m. Solche finden sich in der Fingalshöhle auf Staffa; an dem Riesendamm an der nördl. Küste Irlands. Trachyt und Phonolith bilden meist kegel-, kuppen- oder glockenförmige Berge, die zuweilen oben durch Kraterbildung abgestuft sind (Haselstein im Rhöngebirg, der Cotopaxi in den Cordilleren).

Übungsstoff. 1) Man scheide die in Bayern vorkommenden

---

1) Gr. meion, kleiner, geringer, und kainos, neue (verglichen mit dem Pliocän); diese Formation enthält 17—34% solcher Pflanzen und Tiere, die noch heute leben. 2) Lat. mollis, weich. 3) Gr. pleion, mehr; diese Formation enthält über 34% Versteinerungen solcher Pflanzen und Tiere, die noch gegenwärtig leben.

Formationen nach Kreisen aus, man beantworte also z. B. die Fragen, welche Formationen in Mittelfranken, Unterfranken u. s. w. vertreten sind! — 2) Man beantworte die Fragen, welche Gesteine im wesentlichen die einzelnen Gebirge Bayerns zusammensetzen, z. B. den bayerischen Wald, das Fichtelgebirg, den Spessart u. s. w. und beschreibe diese Gesteine! — 3) Im Gebiete welcher Formationen liegen folgende Städte: München, Amberg, Ansbach, Nürnberg, Bayreuth, Bamberg, Kitzingen und Würzburg? — 4) Welches sind die hauptsächlichsten nutzbaren Mineralien und Gebirgsarten Bayerns? Wozu werden sie verwendet? In welchen Formationen und bei welchen Orten kommen sie vor? — 5) Welches sind die bekanntesten Mineralquellen Bayerns? — 6) Jeder nenne die in seiner Heimat vorkommenden Mineralien und Gesteine und beschreibe dieselben! — 7) Entwurf einer geologischen Karte von Bayern (nach Gümbel)!

V. Weltalter.

Die Jetztzeit oder die anthropozoische [1]) Periode der Erde.

α) Die geologischen Vorgänge.

Nach dem Ende der tertiären Zeit traten in den physikalischen Verhältnissen große, durchgreifende Veränderungen ein: das warme und gemäßigte Klima der mittleren Tertiärzeit ging in kälteres, regen- und schneereiches über; die Folge war, daß damals die Gletscher eine sehr große Ausdehnung bekamen, daß sich der größte Teil der nördlichen Halbkugel mit Schnee- und Eismassen bedeckte. Nach und nach stieg die Temperatur wieder, so daß schließlich der gegenwärtige Zustand der Dinge eintrat. Die Jetztzeit, oder wie sie auch heißt, die Quartärzeit oder die anthropozoische Periode der Erde, zerfällt somit in 2 Abschnitte: in eine Zeit mit sehr niedriger und in eine mit der jetzt herrschenden Temperatur. Jene heißt man die Eis- oder Diluvialzeit, wohl auch die Gletscherperiode, diese die Alluvialzeit. Die Beweise, aus welchen man auf eine Eiszeit schließen kann, sind die Gletscherschliffe, der Moränenschutt und die erratischen Blöcke, welche Erscheinungen sich gegenwärtig an vielen Stellen zeigen.

Beispiele. Die erratischen Blöcke der norddeutschen Tiefebene stammen aus Skandinavien; sie wurden entweder auf dem Rücken von Bruchstücken skandinavischer Gletscher nach den damals noch mit Meer bedeckten Ländern getragen: Drift- oder Eisbergtheorie Lyells, oder sie waren Ablagerungen eines Riesengletschers, welcher vom hohen

1) Vom gr. anthropos, der Mensch.

Norden bis weit nach Süden reichte: Gletschertheorie Torells. Auch auf den bayerischen Hochebenen und in der Schweiz befinden sich erratische Blöcke.

Hypothesen über die Ursache der Eiszeit. Zur Erklärung der Eiszeit wurden verschiedene Hypothesen aufgestellt, von denen hier einige angeführt werden mögen. 1) Der Engländer Lyell (sp. Leiell) suchte sie durch eine andere Verteilung von Wasser und Land zu erklären: gegen das Ende der Tertiärzeit erfolgten Senkungen, durch welche eine Vergrößerung der Meere herbeigeführt wurde; aus ihnen ragten nur die hohen Gebirge der Kontinente als Inseln hervor; Norddeutschland war mit einem flachen Meere bedeckt. Infolge dieser Verteilung mußte ein feuchtes, naßkaltes Klima eintreten, das erst dann wieder in ein wärmeres überging, als neue Hebungen des Festlandes erfolgten.

2) Andere meinen, das Sonnensystem habe sich damals durch kältere Welträume bewegt, nehmen also an, der Weltraum sei von verschiedener Temperatur.

3) Wieder andere haben angenommen, die Sonne habe zu jener Zeit infolge besonders zahlreicher Sonnenflecken wenig Wärme ausgestrahlt.

4) Endlich hat man die Eiszeit auch durch eine Änderung in der Stellung der Erdachse zu erklären gesucht.

β) Das organische Leben.

Der Wechsel des Klimas mit Eintritt der Eiszeit beeinflußte natürlich in hohem Grad das organische Leben.

Als die charakteristischen Gestalten der damaligen Pflanzenwelt sind Kiefer, Lärche und Birke anzuführen.

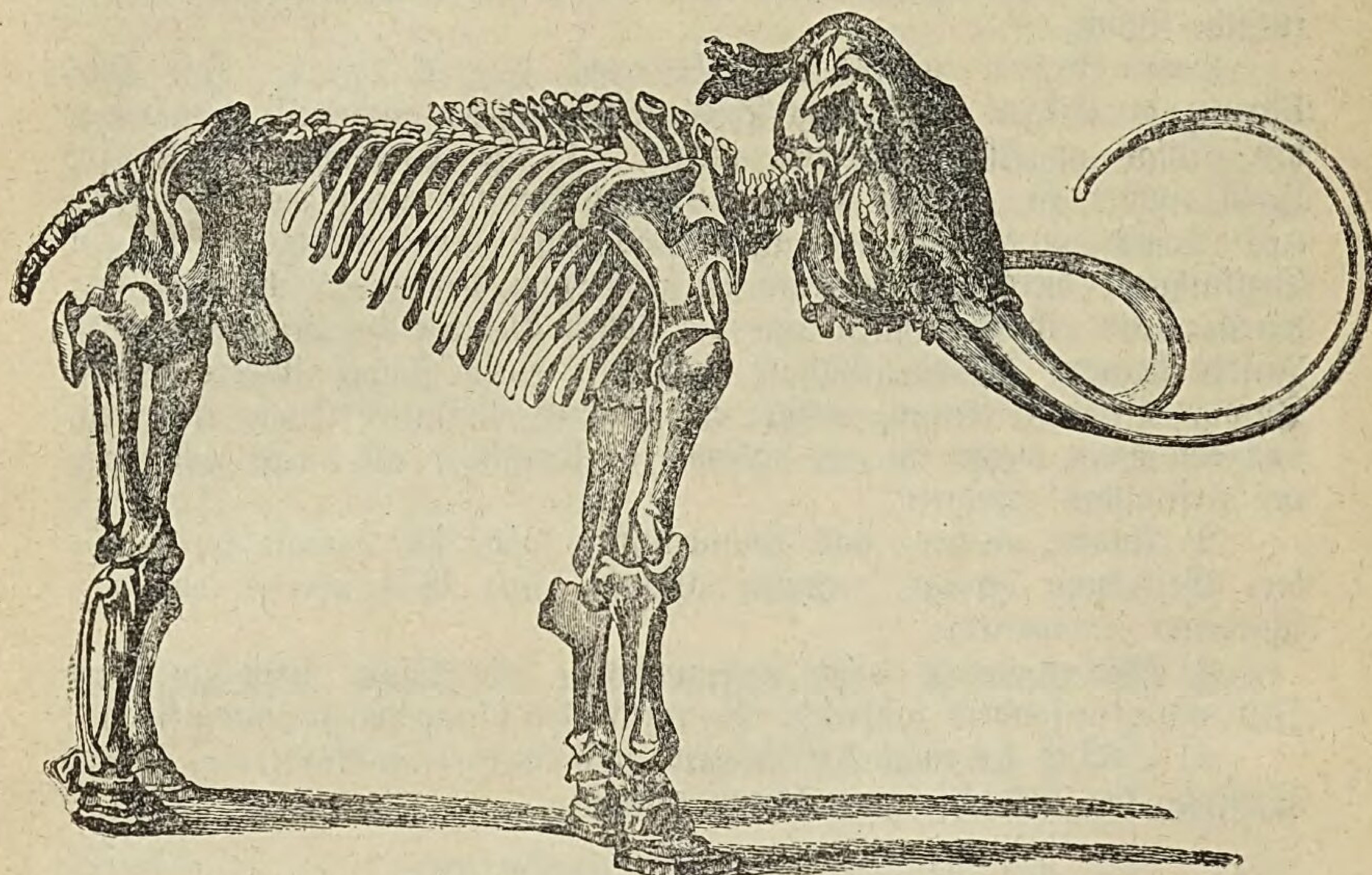
Was die Tierwelt betrifft, so starben zunächst viele Tiere der Tertiärzeit aus. Andere wanderten bei Eintritt der Diluvialzeit aus höheren Breiten unseren Gegenden zu, wandten sich aber gegen das Ende dieser Zeit wieder nach Norden, wo sie noch jetzt leben, wie Renntier, Lemming, Biber, Vielfraß und Bisamochs.

Wieder andere Tiere jener Zeit starben am Ende der Diluvialperiode aus, nämlich: 1) das Mammut (Elephas primigenius), (Fig. 19): es war von der Größe des asiatischen Elefanten, hatte aber stark gekrümmte Stoßzähne und ein dichtes gelblich-rötliches Wollhaar; in sibirischem Eise hat man zahllose Reste, oft vollständig erhaltene Kadaver dieses Tieres gefunden. 2) Das Knochennashorn (Rhinoceros tichorhinus) mit 2 Hörnern auf der Nase. 3) Die Höhlenraubtiere, deren Knochen häufig im Lehm von Höhlen gefunden werden, wie: der Höhlenbär (Ursus spelaeus), der größer war als der jetzt noch lebende braune Bär; die Höhlenhyäne (Hyaena spelaea), der Höhlenlöwe (Felis spelaea).

In die Diluvialzeit fällt auch das erste Auftreten des Menschen in Europa. Die Diluvialmenschen des mittleren Europa wohnten in Höhlen. Ihre Beschäftigung war der Kampf mit jenen Tieren, von welchen sie sich nährten.

Von manchen Diluvialtieren läßt sich nachweisen, daß sie erst in

Fig. 19.



historischer Zeit, also in der Alluvialzeit, ausstarben, oder eigentlich vom Menschen ausgerottet worden sind, nämlich die großen Jagdtiere der alten Germanen, deren noch im Nibelungenlied gedacht wird, wie: 1) der Wiesent (Bos Bison), kurzhörnig, gewöhnlich Auerochs genannt; 2) der Ur (Bos urus); 3) der Elch oder das Elentier (Cervus alces); 4) der Riesenhirsch oder der Schelch (Cervus megaceros), mit großem, 3—4 m spannendem Geweih.

γ) Die Formationen.

Die Ablagerungen der anthropozoischen Periode nennt man das Quartärgebirge. Dasselbe zerfällt in folgende Formationen:

a) Das Diluvium[1]). Dieses, das ältere Schwemmland, umfaßt alle Ablagerungen der Diluvialzeit. α) Gesteinsmaterial: 1) Lockere Erdarten, wie Thon, Letten, Lehm, Löß, Mergel, Sand, Kies. 2) Feste Teile: Geschiebe, Blöcke. β) Organismenreste: Überbleibsel der oben genannten Pflanzen und Tiere.

b) Das Alluvium[2]) (das jüngere Schwemmland). Damit bezeichnet man alle Ablagerungen, welche sich seit der Eiszeit gebildet haben und fortwährend unter unseren Augen noch erzeugt

1) Vom lat. di-luĕre, zerspülen, zerwaschen, daher so viel als das aus dem Wasser Abgelagerte, Schwemmland. 2) Vom lat. al-luĕre, anspülen, daher so viel als Angeschwemmtes. Alluvium bezeichnet das jüngere, Diluvium das ältere aufgeschwemmte Land.

werden. Diese alluvialen Bildungen entstehen durch: α) die Verwitterung; hiedurch bildet sich 1) fruchtbare Ackererde; β) die Thätigkeit des Wassers: 2) Tropfsteine, 3) Kalktuff, 4) Sprudel- und Erbsenstein, 5) Kieselsinter, 6) Kies- und Sandbänke, 7) Meereskalk, 8) Meeressandstein, 9) Dünen, 10) Moränen; γ) die Thätigkeit der Pflanzen: 11) Humus, 12) Torf, 13) Kalk, 14) Kieselguhr; δ) die Thätigkeit der Tiere: 15) Muschelbänke, 16) Guanolager, 17) Korallenriffe, 18) Kreide; ε) die Thätigkeit der Vulkane: 19) Lava, 20) Bimsstein und vulkanische Asche. — Die mit 1—20 bezeichneten Gebilde sind die wichtigsten Glieder des Alluviums. Sie werden auch neue oder recente[1]) Bildungen genannt.

δ) Einiges aus der Vorgeschichte (Prähistorie) des Menschen in Europa.

a) Das erste Auftreten des Menschen in Europa. Dies fällt wahrscheinlich in die Diluvialzeit, was aus folgenden Thatsachen hervorgeht:

1) Man hat in diluvialen Schichten menschliche Überreste, Reste menschlicher Skeletteile, gefunden: so fand man bei Abbeville in der Picardie einen Unterkiefer und mehrere Knochen des Menschen, in Höhlen bei Lüttich Schädelfragmente 2c., jedoch sind diese Funde nur fragmentar und vereinzelt und gestatten daher keinen sicheren Schluß auf den anatomischen Bau des diluvialen Menschen. 2) In diluvialen Schichten finden sich Spuren und Produkte menschlicher Thätigkeit, wie Geräte aus Stein, Horn und Knochen, Speisereste 2c. Diese menschlichen Artefakte aus der Diluvialzeit sind sehr zahlreich und lassen einen sicheren Schluß auf die Lebensweise jener Menschen zu[2]).

b) Einteilung der Urgeschichte des Menschen in Europa. Nach den Geräten aus Stein, Bronze und Eisen, die man in Höhlen, Seen und diluvialen Ablagerungen fand, hat man die Vor- oder Urgeschichte des europäischen Menschen in drei Zeitperioden geteilt: in die Stein-, Bronze- und Eisenzeit.

---

1) Lat. récens, neu, frisch. 2) „Aus Pfahlbauten und Höhlen hat man zahllose prähistorische Geräte aller Art, wie Gegenstände aus Thon, aus Knochen und Hirschhorn, aus Feuerstein und anderem Material zu Tage gefördert. Eine gar seltsame Sprache reden diese Zeugen einer um Jahrtausende zurückliegenden Epoche zu uns; sie machen uns mit der ganzen Lebensweise der damaligen Menschen vertraut, sagen uns, was sie kochten und aßen, wie sie sich kleideten und schmückten, welches ihre Waffen und Handwerksgeräte waren. Mit welcher unsäglichen Mühe sind diese Steinmeißel und Beile losgesprengt, zugehauen und geglättet, die Zähne dieser Sägen ausgesprengt, diese Knochen an härterem Gestein zu Waffen geschliffen!"

α) Die Steinzeit. Mit dem Ausdruck Steinzeit bezeichnet man jene alte Zeitperiode, in welcher es der Mensch noch nicht verstand, die Metalle aus ihren Erzen zu schmelzen und daher seine Waffen und Werkzeuge aus Stein und Knochen fertigte. Die Menschen dieser Steinzeit, welche zum Teil mit der Diluvialzeit zusammenfällt, standen auf der denkbar tiefsten Stufe der Kultur. Ihre Beschäftigung war der Kampf mit den gewaltigen Tieren jener Zeit; Ackerbau war ihnen noch unbekannt, nur durch die Jagd verschafften sie sich ihren Lebensunterhalt. Anfangs lebten sie in Höhlen, wo sie vor der Unbill der Witterung geschützt waren und von wo aus sie am sichersten den Kampf mit den wilden Tieren bestehen konnten; später bauten sie sich jene merkwürdigen hölzernen Wohnungen, welche auf Pfählen im Wasser standen, die sogenannten Pfahlbauten. Reste hievon hat man vielfach in der Schweiz, in den Donaugegenden und in Norddeutschland gefunden. — Die Steinzeit wird häufig in zwei Perioden eingeteilt: in die ältere und jüngere. 1) In der älteren Steinzeit bestanden die Werkzeuge und Waffen aus roh behauenen Feuersteinen und grob bearbeiteten Knochen, namentlich Renntierknochen. Solche Erzeugnisse urältester menschlicher Thätigkeit hat man an vielen Orten gefunden, z. B. in der Ofnet, einer Felsgrotte bei Nördlingen, im Hohlefels im schwäbischen Achthal, bei Schussenried unweit Saulgau in der Schussenquelle (nach O. Fraas). 2) Die Werkzeuge und Waffen (Steinmeißel, Steinbeile, Steinhämmer) aus der jüngeren Steinzeit bestehen aus mehr zähen als harten geschliffenen Steinen: aus Hornblendegneis, Syenit, Nephrit[1]) und Jadeit, während die der älteren Steinzeit aus roh behauenem Feuerstein gefertigt sind. Ein weiteres Charakteristikum der jüngeren Steinzeit bilden die Urnen und Krüge aus Thon, die in verschiedener Form und mit zierlicher Ornamentik angefertigt wurden. Diese Werkzeuge, Urnen und Krüge hat man in Pfahlbauten, sowie als Beigaben in Grabstätten gefunden. Zu den Grabkammern jener Zeit, in denen sich die Leichen bestattet finden, benützte man mit Vorliebe große Steinblöcke, von denen gewöhnlich mehrere neben- und aufeinander gestellt wurden. Diese aus großen Steinen bestehenden Denkmäler (Grabstätten, Opferaltäre) der Vorzeit nennt man Megalithen[2]) oder Dolmen[3]). Derartige

---

1) Nephrit oder Nierenstein ist eine meist grüne, aber auch bräunlich, gelblich und farblos auftretende, dichte und außerordentlich feinfaserige Abart des Strahlsteines, gehört also zur Familie der Hornblenden. In Europa hat man ihn nur vereinzelt gefunden (in Schlesien, bei Leipzig), dagegen kommt er in Asien (in der Gegend von Kaschgar häufiger vor; zu Steinbeilen verarbeitet, ist der Nephrit in Europa weit verbreitet (solche Beile wurden z. B. bei Nördlingen, im Bodensee und den Schweizerseen gefunden). Schluß aus dieser Thatsache? Dem Nephrit ist der Jadeit nahe verwandt. 2) Vom gr. mégas, groß. 3) Manche dieser Steine (besonders solche aus Granit, Porphyr, am häufigsten erratische Blöcke) besitzen mehr oder minder große mulden- oder schalenförmige Vertiefungen. Solche Steine nennt man allgemein Näpfchen-, Opfer-, Druidensteine, Hexenkessel ꝛc. Viele dieser Bildungen trifft man u. a. im Fichtelgebirg (z. B. „Nußhardtplatte“). — Wie der Name „Druidenstein“ andeutet, schreibt man die Herstellung der Näpfchensteine vielfach den Druiden (Priester

Denkmäler finden sich z. B. in Schweden und Norwegen, England ꝛc. Neben der angegebenen Bestattungsweise jener Zeit findet sich auch die *Verbrennung der Leichen und Beisetzung der Asche in Urnen*, wodurch die sog. *Urnengräber* entstanden, von denen viele in Bayern vorkommen. In solchen Gräbern findet sich übrigens schon hie und da eine Beigabe eines Gegenstandes aus Bronze, ein Beweis, daß solche Grabstätten bereits der Metallzeit angehören. Dasselbe gilt von den sogenannten *Hügel-* oder *Hünengräbern*.

β) *Die Bronzezeit.* Damit bezeichnet man jene Periode nach der Steinzeit, in welcher die Bewohner Europas *Bronze* (eine Legierung aus etwa 90 Tl. Kupfer und 10 Tl. Zinn) darzustellen und aus ihr Waffen, Werkzeuge und Schmucksachen zu verfertigen verstanden.

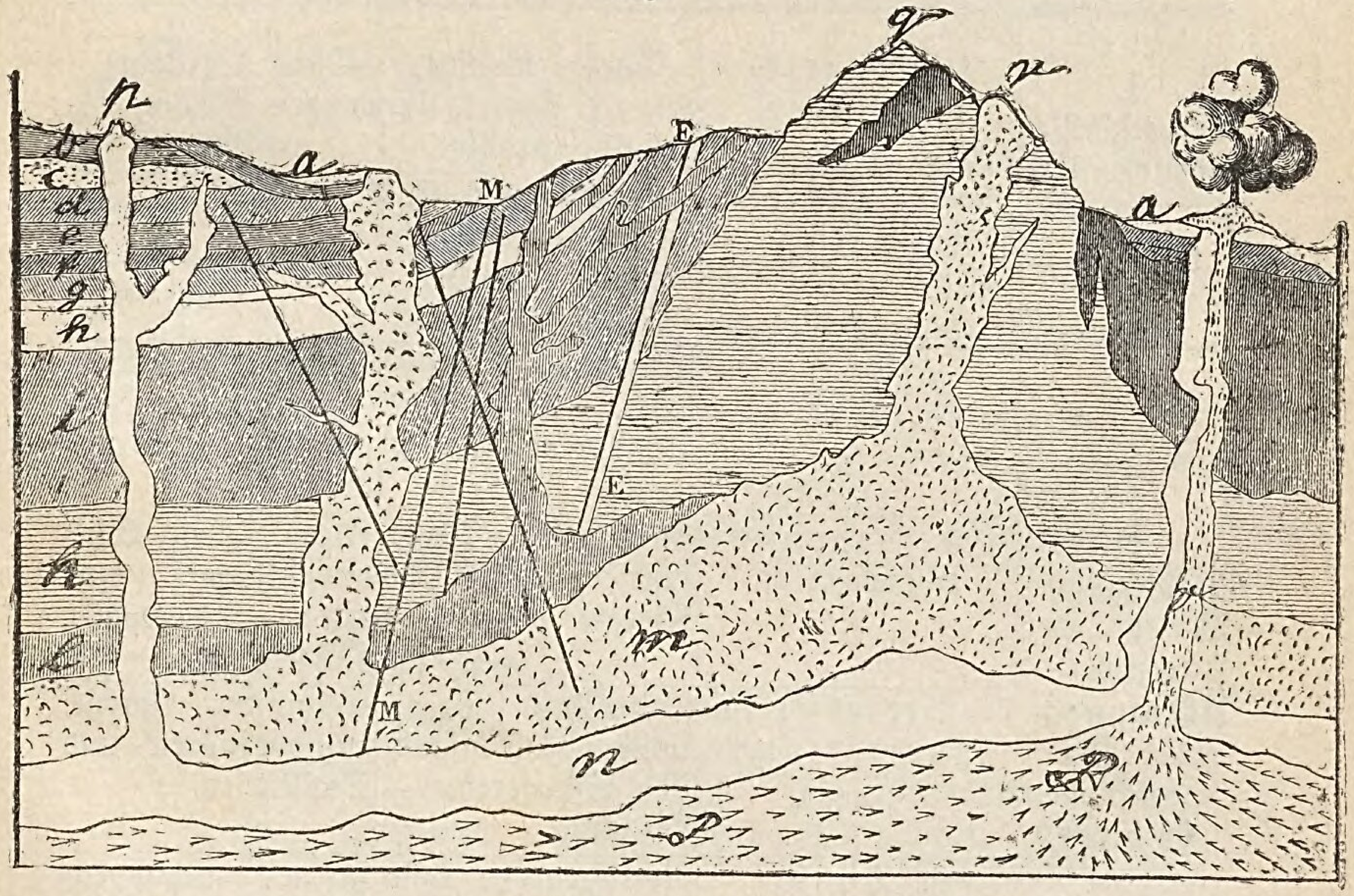
γ) *Eisenzeit.* An die unter *β*) bezeichnete, in vorgeschichtlichen Zeiten liegende Kulturepoche schließt sich die *Eisenzeit* an, in der die Menschen Europas mit der Eiseninduſtrie bekannt wurden, die Brücke zu der historischen Zeit.

Rückblicke, Zusammenfassungen und Ergänzungen.

I. Idealer Durchschnitt der Erdrinde.

Die folgende Fig. 20 stellt ein *ideales* Bild von dem inneren

Fig. 20.



der h. Eiche bei den alten Celten in Gallien, Britannien ꝛc.) zu. Es ist aber sehr wahrscheinlich, daß *sie nicht durch Menschenhand* erzeugt sind, sondern ihre Entstehung dem *Verwitterungsprozeß* verdanken. (Man vergleiche auch: Gruner, Opfersteine Deutschlands, Leipzig, Duncker, 2,40 Mk.)

Bau der festen Erdrinde dar, d. h. sie will das Ineinandergreifen der einzelnen Gesteinsbildungen veranschaulichen, wie es sich ungefähr ergeben würde, wenn die Erdkruste irgendwo senkrecht durchschnitten und die Schnittfläche dem Beobachter zugänglich gemacht werden könnte.

I. P und V, Pyrosphäre und Vulkane.

II. Krystallinische Massengesteine: n, Basalt; m, Porphyr; l, Grünstein; k, Granit.

III. Krystallinische Schiefergesteine: i, Schiefer.

IV. Klastische Sedimentgesteine: primäres Gebirge: h, Grauwacke; g, Steinkohlen; f, Dyas; sekundäres Gebirge: e, Trias; d, Jura; c, Kreide; tertiäres Gebirge: b, Molasse; quartäres Gebirge: a, Diluvium. — p, Basaltkuppe; q, Granitstock; r, Porphyrkuppe; E, Erzgang; M, Mineralgang.

II. Tabellarische Übersicht der Formationen.

Periode und Gebirge.	Formationen und Glieder.	Wichtige Gesteine.	Charakteristische Versteinerungen.
I. Archäische Periode oder Urzeit — **Urgebirge.**	1. Urgneisformation.	Gneis, Granit, Syenit, Diorit, Urkalk, Graphit.	Ohne Versteinerungen Eozoon canadense?
	2. Urschieferformation.	Glimmer- und Urthonschiefer, Chlorit- und Talkschiefer, Urkalk, Graphit.	"
II. Paläozoische Periode oder Altertum — **Übergangs- oder Primär-Gebirge.**	3. Silurformation.	Thonschiefer, Grauwacke, Kalk- und Sandsteine.	Seetang, Trilobiten (Calymēne Blumenbachi), Graptolithen.
	4. Devonformation.	Grauwacke, Thonschiefer, Kalk und Mergel.	Algen, Farne, Windungsträger (Spirifer speciosus), Flügelfische.
	5. Steinkohlenformation.	Kohlenkalk, Steinkohle, Kohlensandstein, Schieferthon — Porphyr.	Calamiten, Farne, Lepidodendren und Sigillarien.
	6. Dyasformation.	Rotliegendes: Konglomerate u. Sandsteine, Kupferschiefer, Zechstein — Porphyr und Melaphyr.	Farne, Schuppenfische, stachelige Röhrenmuschel (Productus horrĭdus).

Periode und Gebirge.	Formationen und Glieder.	Wichtige Gesteine.	Charakteristische Versteinerungen.
III. Mesozoische Periode oder Mittelalter — **Flöz- oder Sekundärgebirge.**	7. Triasformation.		
	a. Buntsandstein.	Bunte Sandsteine und Mergel, Dolomit, Gips, Steinsalz.	Voltzia, Fußspuren eines Lurchtieres (Chirotherium Barthi).
	b. Muschelkalk.	Wellenkalk, Dolomit, Mergel, Gips, Steinsalz.	Meerlilie (Encrinus liliiformis), gem. Lochmuschel (Terebratula vulgaris), knot. Ammonshorn (Ceratites nodosus).
	c. Keuper.	Sandsteine, Lettenkohle, Steinsalz, Gips, bunte Mergel.	Belodon.
	8. Juraformation.		
	a. Lias.	Liaskalk, Liassandstein, Liasschiefer, Mergel.	Gryphäen, Belemniten, Ammoniten, Saurier.
	b. Dogger.	Kalk- und Sandsteine, Thon, Mergel, Oolithe.	Große Ammoniten und Belemniten.
	c. Malm.	Kalk- und Sandsteine und Schieferthone, Dolomite, Plattenkalke.	Flugeidechse, Urvogel, Seeigel, Korallen und Schwämme.
	9. Kreideformation.		
	a. Neocom.	Kalk- und Sandsteine, Thone.	Ammoniten, Belemniten, Hippuriten, Foraminiferen, Turriliten.
	b. Gault.	Bläuliche Thone, Kalk- und Sandsteine.	
	c. Cenoman, Turon und Senon.	Kreide, Kreidetuff, Quader- und Grünsandstein, Plänermergel.	

Periode und Gebirge.	Formationen und Glieder.	Wichtige Gesteine.	Charakteristische Versteinerungen.
IV. Känozoische Periode oder Neuzeit — **Tertiärgebirge.**	10. Eocänformation.	Numulitengestein, Flysch, Grobkalk — Granit.	Numuliten, Hornschnecken, Paläotherium.
	11. Miocänformation.	Braunkohle, Tegel, Molasse, Nagelfluh, Bernstein, Bahnerz, Steinsalz — Basalt, Phonolith, Trachyt.	Eichen, Ulmen, Bernsteinfichte; Mastodon, Dinotherium.
	12. Pliocänformation.	Thonmergel, Öninger Schiefer.	Scheuchzers Riesensalamander.
V. Anthropozoische Periode oder Jetztzeit — **Quartärgebirge.**	13. Diluvium.	Höhlenlehm, Löß, Gerölle und Sand, erratische Blöcke.	Höhlensäugetiere.
	14. Alluvium.	Bildungen der Jetztzeit. S. 76.	Pflanzen und Tiere der Jetztzeit.

III. Das Vorkommen des Steinsalzes.

Wie aus verschiedenen Angaben des §. 18 hervorgeht, enthalten fast alle Formationen Ablagerungen von Steinsalz. Zur Ergänzung des dort Gesagten diene die folgende Zusammenstellung. Steinsalz kommt in bedeutenderen Mengen vor im:

1) Alluvium und Diluvium; diesen Formationen gehört z. B. das Steppen- und Wüstensalz (Kirgisensteppe, Arabien), das Seesalz am toten Meer und am großen Salzsee an.

2) Tertiär; dieser Formation angehörige Lagerstätten sind: Wieliczka (spr. Wielitschka) und Bochnia in Galizien (liefern jährlich über 1 Million Centner).

3) Keuper; Salzlager dieser Formation sind: Hallein in Salzburg, Hall in Tirol und Berchtesgaden in Bayern.

4) Dyas: Staßfurt und Halle in der Provinz Sachsen, Sperenberg bei Berlin.

IV. Das Vorkommen der Kohlengesteine.

Alle Kohlengesteine sind, wie bekannt, durch einen Verkohlungsprozeß von Pflanzenmassen entstanden. Da dieser Vorgang in all den geologischen Zeiträumen, in denen Pflanzen vorhanden waren, stattfand, so kommen in fast allen Formationen Glieder dieser Gesteine vor. Je nach ihrem Alter und den Pflanzen, aus denen sie hervorgingen, sind sie

verschieden und werden hiernach verschieden benannt. Die folgende Übersicht stellt hieher Gehöriges zusammen. Kohlengestein führen:

1) Urgneis und Urschiefer; das Kohlengestein dieser Formation ist der Graphit, der höchst wahrscheinlich vegetabilischen Ursprungs ist und das Endprodukt des Verkohlungsprozesses repräsentiert. Fundorte: Wegscheid, Passau. Nebenbei sei bemerkt, daß auch das Muttergestein der Diamanten im Urschiefer zu suchen ist.

2) Silur und Devon; das Kohlengestein dieser Formationen ist der Anthracit, entstanden wesentlich nur aus Algen. Fundorte: England, Rußland.

3) Karbonformation; das Kohlengestein dieser Schicht ist die eigentliche Steinkohle; sie ist aus riesigen Gefäßkryptogamen: Sigillarien, Lepidodendren, Calamiten und Farnen entstanden.

4) Trias, Jura und Kreide; die in diesen Formationen vorkommenden Kohlengesteine sind auch Steinkohlenarten, eignen sich aber meistens nicht zum Brennen, da sie mit viel Thon und Schwefelkies verunreinigt erscheinen; hieher gehört: die Lettenkohle des Keupers, die Liaskohle, und die Wealdenkohle der Kreide; alle diese Steinkohlenarten sind aus Koniferen und Cycadeen hervorgegangen.

5) Tertiär; das der Tertiärzeit eigentümliche Kohlengestein ist die Braunkohle, entstanden aus Koniferen, Palmen und Laubhölzern.

6) Diluvium und Alluvium: der Torf.

V. Die Benennung der Sandsteine nach ihrem geologischen Vorkommen.

Nach der Stellung der Sandsteine in der Formationsreihe und nach den Versteinerungen, die sie führen, unterscheidet man u. a.:

1) Grauwackensandstein: im Silur und Devon, hellgrau oder gelblich.

2) Spiriferensandstein: im Devon; reich an Spiriferen.

3) Kohlensandstein: im Karbon; grob, weißlich.

4) Buntsandstein (Vogesensandstein): von verschiedener Farbe.

5) Keupersandstein: feinkörnig, mit thonigem Bindemittel. Die wichtigsten Abänderungen der Sandsteine, die in der Zusammensetzung des Keupers eine Hauptrolle spielen, sind: Lettenkohlen-, Schilf-, Blasen- und Platten-, Stuben-, Semionotus-, Mühl- und Burgsandstein.

6) Liassandstein: weißlich oder mit Eisenocker gefärbt.

7) Quadersandstein: in der Kreide; gelblich, häufig in Quadern abgesondert.

8) Grünsandstein: in der Kreide.

9) Numulitensandstein: im Eocän.

10) Cerithiensandstein: desgl.

11) Braunkohlensandstein: ein sehr grobkörniger Sandstein.

12) Molasse: im Miocän.

VI. Die geologische Verteilung der Kalksteine.

Die Kalksteine führen nach ihrer Stellung im geologischen System

und nach den Versteinerungen, welche sie enthalten, verschiedene Namen:

1) Urkalk (Marmor): im Urgebirg; grau-weiß, krystallinisch.

2) Silurischer und devonischer Kalk: meist amorph; dunkelgrau, gelblichgrau oder dunkelrot; reich an Petrefakten: Korallen, Clymenien.

3) Kohlenkalk oder Bergkalk: im Karbon; grau oder dunkelrot.

4) Zechsteinkalk: im Dyas; durch Bitumen dunkelgrau gefärbt, sehr fein; Leitfossil für ihn: Productus horridus.

5) Muschelkalk: reich an Muscheln.

6) Enkrinitenkalk: reich an Encrinus liliiformis.

7) Jura-, Liaskalk.

8) Plattenkalk: im Malm.

9) Numulitenkalk: im Eocän.

10) Grobkalk: desgl.

11) Cerithienkalk: im Miocän.

VII. Einiges aus der Geschichte der Geologie.

Zu den Männern, welche die geologische Wissenschaft wesentlich gefördert haben, bezw. noch fördern, gehören namentlich:

1) Werner, Abraham Gottlob, geb. zu Wehrau in der Oberlausitz, 1750, gest. als Professor an der Bergakademie zu Freiberg in Sachsen, 1817; ist der Begründer der deutschen Geologie und stellte zuerst ein geordnetes geologisches System auf.

2) Buch, Leopold von, 1774—1853, gest. zu Berlin, Schüler Werners und Studiengenosse Humbolds.

3) Lyell, Charles, (spr. Leiell), geb. in Schottland 1797, gest. 1875. Lyell ist unbestritten einer der bedeutendsten Geologen. Er bekämpfte die sog. Katastrophentheorie und begründete die Uniformitätshypothese. Unter den Anhängern der Katastrophentheorie[1]) (Cuvier, v. Buch, Agassiz) herrschte folgende Anschauung: das erste Tier- und Pflanzenleben der Erde (der paläozoischen Periode) sei nach langem Zeitraum durch eine über die ganze Erde reichende Katastrophe, hervorgerufen durch die gewaltige Reaktion des feurig-flüssigen Erdinnern gegen die Kruste, gleichzeitig und so vollständig vernichtet worden, daß nicht eine einzige Art den allgemeinen Weltuntergang überlebt hätte. Auf der leeren Erde sei dann eine zweite, die sekundäre Flora und Fauna, entstanden, von der ausgestorbenen völlig unabhängig und verschieden; auch diese sei wieder durch eine allgemeine Katastrophe zerstört worden. Schließlich seien nach öfterer Wiederholung derselben Vorgänge der Mensch und die Pflanzen- und Tierwelt der Jetztzeit erschienen. — Diesen Anschauungen gegenüber vertrat nun Lyell folgende Meinung: die gesamte Oberfläche der Erde mit dem darauf befindlichen Leben sei niemals gleichzeitig durch eine größere allgemeine Revolution umgestürzt, bezw. vernichtet worden, sondern alle umgestaltenden Veränderungen in der Vorzeit hätten immer nur einen Teil der Erdoberfläche betroffen; auch brauche man keine be-

---

1) Katastrophe, eigentlich Umkehr, Wendung, Umschlag, vom gr. katastréphein, umdrehen, wenden.

sonderen Ursachen anzunehmen, sondern die Veränderungen seien nur die Folge der Naturkräfte, welche noch heute auf der Erde thätig seien: die stetig wirkende Kraft des Wassers, die Luft, der Chemismus, die Erdwärme. Diese erdbildenden Kräfte hätten seit den ältesten geologischen Perioden genau so gewirkt, wie in der Gegenwart. Man pflegt diese Ansicht Lyells, die sich gegenwärtig vielfach Bahn gebrochen hat, Uniformitätshypothese[1]) zu nennen[2]).

4) Quenstedt, Fr. Aug., geb. zu Eisleben 1808, Professor in Tübingen, ausgezeichneter Kenner der deutschen Juraformation.

5) Gümbel, K. Wilh., geb. 1823 zu Dannenfels in der Rheinpfalz, Professor in München, hat sich hochverdient gemacht durch seine geognostische Durchforschung Bayerns.

6) Fraas, Oskar, geb. zu Lorch 1824, Professor in Stuttgart.

7) Süeß, Ed., geb. 1831, Professor in Wien.

---

1) Uniformität (lat. uniformĭtas), Ein- oder Gleichförmigkeit, Übereinstimmung. 2) Es ist interessant und lehrreich, zu hören, wie andere Geologen zu diesen Fragen sich verhalten. Der britische Naturforscher Howorth sagt in seinem Werk: „Das Mammut und die Flut," London 1887: „Es ist gewiß richtig, von gleichen Wirkungen auf gleiche Ursachen zu schließen. Wenn wir aber Wirkungen vor uns haben, die vollkommen verschieden sind von allem, was unter unseren Augen vorgeht, dann wird die These unhaltbar, welche behauptet, daß die Natur immer in genau derselben Weise wie heute an der Oberfläche gearbeitet habe. Anormale Wirkungen müssen auch durch anormale Ursachen erklärt werden, einerlei ob dieselben jetzt noch auf der Erde beobachtet werden oder nicht." Er weist in dem obengenannten Werk bis zur Evidenz nach, daß man nirgends im jüngsten Alluvium, auch nicht in Strecken, die vor kurzem dem Meer entstiegen sind, Reste jetzt lebender Säugetiere nur annähernd in der Massenhaftigkeit und Unversehrtheit findet, am wenigsten solche von großen Landsäugetieren, wie sie in den Diluvialablagerungen fast überall vorkommen, sowohl in denen der Ebenen, als Thäler und Höhlen. Gestützt auf diese und andere Thatsachen stellt Howorth in Bezug auf eine plötzlich eingetretene Flut die folgenden Sätze auf: 1) „Am Schluß der Mammutperiode trat eine sehr große Katastrophe ein, durch welche dieses Tier mit seinen Zeitgenossen überwältigt wurde, und zwar gleichzeitig auf einem sehr großen Teil der Erdoberfläche. 2) Diese Katastrophe wurde von einer weitverbreiteten Wasserflut begleitet, welche nicht nur die Tiere tötete, sondern sie auch unter zusammenhängende weitverbreitete Lager von Lehm und Kies begrub. 3) Diese Katastrophe war von einem starken und verhältnismäßig plötzlichen Klimawechsel in Sibirien begleitet, wodurch die Tiere, welche vorher unter besseren klimatischen Verhältnissen lebten, unter der Erde mit ihren Weichteilen gefroren und in diesem Zustand seit jenem Zeitpunkt bis in die Gegenwart fast unverändert verharrten. (Das Vorkommen der Mammutleichen aus ihrem Transport durch Flüsse oder aus großen Wanderungen der Tierheerden erklären zu wollen, sei vollkommen unhaltbar). 4) Diese Katastrophe fand statt, als das Menschengeschlecht bereits existierte. 5) Diese Katastrophe ist aller Wahrscheinlichkeit nach dieselbe, von der in den Traditionen fast aller Völker berichtet wird als dem ältesten Ereignis, von dem ihre Geschichte ausgeht. 6) Während diese Flut sich außerordentlich weit verbreitete, blieben dennoch beträchtliche Areale von ihr verschont, von denen aus sowohl Menschen als Tiere und Pflanzen sich wieder über die Gegenden verbreiteten, welche durch die Katastrophe verwüstet wurden.

I. Anhang.

Hilfsmittel für das Studium der Geologie.

I. Größere Werke.

1) Gümbel, Grundzüge der Geologie; 72 Bogen mit circa 3000 in den Text gedruckten Figuren; Preis: 25 Mark; Kassel, Fischer.

2) Gümbel, Geologie von Bayern; Kassel, Fischer; Preis circa 50 Mark.

3) Credner, Elemente der Geologie; Leipzig, Engelmann; Preis 10 Mark.

4) Süeß, Das Antlitz der Erde. 2 Abteilungen; Leipzig, Freytag; 26 Mark.

II. Abbildungen.

1) Fraas, Oscar, Geologische Wandtafeln, die 4 Weltenalter in geologischen Profilen und Landschaften; ein 5. Blatt stellt Prähistorisches dar; Preis: 7,50 Mark; Ravensburg, Ulmer.

2) Zittel und Haushofer, Paläontologische Wandtafeln und geologische Landschaften; 5 Lieferungen, 50 Mark; „die geologischen Landschaftsbilder“ werden auch einzeln abgegeben; Kassel, Fischer.

3) Gümbel, Geognostische Karte des Königreichs Bayern; München 1858.

4) Von Dechen, Geognostische Übersichtskarte von Deutschland.

III. Gesteine, Petrefakten und prähistorische Funde.

1) Eine größere Auswahl von Gesteinen und Petrefakten aus den einzelnen Formationen; Bezugsquellen: Mineralogisches Comptoir von B. Stürtz in Bonn; bayerisches Mineralien-Comptoir von Kohl, Weißenburg a. S.

2) Eine Sammlung von Gesteinen und Petrefakten aus den Formationen, die in der Umgebung des betreffenden Schulortes vertreten sind.

3) Eine Sammlung prähistorischer Funde: eine Kollektion Pfahlbauten-Altertümer 2c.[1]).

II. Anhang.

Die Umgebung Altdorfs in geologischer Beziehung[2]).

Sämtliche geologischen Bildungen in der Umgegend von Altdorf sind sedimentären Ursprungs und lagerten sich im Mittelalter

---

1) Sehr viel hieher gehöriges Material enthalten: das Germanische Museum in Nürnberg, die Museen in Regensburg, München 2c. Die Besichtigung dieser Sammlungen ist sehr zu empfehlen. Das ev. in der Umgebung des Schulorts vorkommende Material (Hünengräber öffnen!) ist sorgfältig zu sammeln und unterrichtlich zu verwerten. 2) Dieser Anhang ist in erster Linie für die Schüler der hiesigen Anstalt bestimmt, soll ihnen Fingerzeige für ihre geologisch-botanischen Exkursionen durch die hiesige Gegend geben und sie an aufmerksame Naturbeobachtung auch nach der angegebenen Seite gewöhnen. Doch dürfte

der Erde, der mesozoischen Periode, ab. Zu Anfang dieser Zeit war das Gebiet zwischen dem Schwarzwald und Odenwald einerseits und dem Fichtelgebirg und Böhmerwald andererseits vom Meer eingenommen. Aus diesem schlugen sich in 3 verschiedenen Perioden die Formationen der Trias (Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper), des Jura und der Kreide nieder. Hievon kommen in unserer Gegend nur Gebilde des Keupers und des Jura vor. Über ihnen finden sich Sedimente und Anschwemmungen aus der Tertiär- und Quartärzeit, also jüngere Bildungen, ausgebreitet.

I. Die Keuperformation.

Professor Dr. Gümbel in München gliedert den fränkischen Keuper in 3 Stockwerke: 1) den unteren oder grauen Keuper oder Lettenkohlenkeuper; 2) den mittleren oder bunten Keuper oder Hauptkeuper und 3) den obern oder gelben Keuper oder die rhätische Schichte.

1. Der Lettenkohlenkeuper.

Diese Stufe, die aus grauen Sandsteinen, dunklen Letten und Schieferthonen besteht, tritt in unserer näheren Umgebung nicht auf.

2. Der bunte Keuper.

Er besteht aus Sandsteinen, dolomitischen Mergeln und Lettenschiefer von roter, violetter, schwärzlich grauer, graugrüner und weißer Farbe, und wird gewöhnlich in zwei Etagen gegliedert:

a) Die untere Etage. Diese enthält von unten nach oben:

1) Die sog. Gaugipsschicht: dunkelgraue, Gips führende Mergel- und Kalklagen.

2.) Schilfsandsteine, grünlichgraue, oft rötliche Sandsteine mit vielen Pflanzenresten; ein vortrefflicher Baustein, z. B. am Schwanberg, bei Castell, Burgbernheim.

3) Berggips, schwache Sandsteinbänke mit weißen Gipseinlagerungen.

4) Die Lehrbergschicht oder den sog. Ansbacher Pflasterstein, bläulichweiße, poröse, dolomitische Steinmergel.

b) Die obere Etage. In ihr werden von unten nach oben folgende Glieder unterschieden:

1) Der Semionotussandstein[1]) (Koburger Bausandstein), ein feinkörniger, rötlich weißer Sandstein.

---

er auch allgemeineres Interesse haben, da er zeigt, wie die geologischen Verhältnisse in der Umgebung eines Schulortes, die immer den Ausgangspunkt der geologischen Belehrungen bilden sollten, unterrichtlich zu verwerten sind. — Literatur: Dr. Hagen, die geologischen Verhältnisse der Umgegend Nürnbergs; Schwarz, die Flora der Umgebung Nürnbergs; Münderlein, Überblick über die Flora des Regnitzgebietes; Gümbel, Geologie von Bayern; Gümbel, geognostische Karten Bayerns.

1) Nach dem Fisch Semionotus Bergeri benannt, von dem dieser Sandstein Schuppen enthält.

2) Der Blasen- oder Plattensandstein, ein grobkörniger, harter Sandstein, der zahlreiche Thongallen enthält, die leicht verwittern und dem Gestein ein blasiges Aussehen verleihen.

3) Der Stubensandstein, ein grobkörniger Sandstein von meist rötlicher und weißlicher Färbung, der, wenn sein Bindemittel sehr locker ist, als Streusand, im anderen Fall als Baustein dient; aus Blasen- und Stubensandstein besteht der Untergrund der Ebene um Nürnberg (315 m über der Nordsee).

4) Der Burgsandstein, die nächsthöhere Stufe des Keupers; dieser Sandstein bildet den Fels der Burg von Nürnberg, den Höhenzug des Schmausenbucks (392 m), sowie die Höhen bei Wendelstein (394 m) und den Untergrund im Reichswalde; an all diesen Stellen zeigt er sich von verschiedenem Korne, rötlich oder buntfarbig und geht in manchen Lagen durch kieseliges Bindemittel in eine sehr harte Modifikation über, deren Repräsentant der Mühl- und Pflasterstein ist, welcher in den großen Steinbrüchen bei Wendelstein gewonnen wird. Fast alle Sorten des Burgsandsteines in der Umgebung von Nürnberg liefern ein vorzügliches Baumaterial (Burg, gothische Kirchen Nürnbergs). Die schönste Örtlichkeit des Burgsandsteins ist der Schwarzachdurchbruch bei Gsteinach, wo dieser Fluß durch die festen Sandsteinmassen eine klammartige Rinne eingegraben und zu beiden Seiten auch höhlenartige Auswaschungen („Gustav Adolfs- und Karls-Höhle") hervorgebracht hat. Da die Burgsandstein-Region in der Umgebung Nürnbergs wenig thonig-lettige Zwischenlagen enthält, so hat der Verwitterungsboden dieses Landstriches eine sehr stark hervortretende sandige Beschaffenheit und ist auch teilweise von geringer Fruchtbarkeit.

5) Grellroter Keuperletten oder Feuerletten, das oberste Glied des bunten Keupers. Dieses besteht fast ausschließlich aus intensiv rotem Lettenschiefer, der den Feldern und Wegen eine schon aus weiter Ferne erkenntliche stark rote Färbung verleiht. In dieser Schicht findet man Reste eines riesigen Sauriers (Zanclodon laevis), daher der Name Zanclodonletten für dieselbe. In unserer Umgebung ist die genannte Schicht als schmales Band von Unterferrieden über Burgthann, im Thal westlich Altenthann nach der Eisenbahnstation Hahnhof, von da über Birnthon, Brunn rc. zu verfolgen.

3. Der gelbe oder rhätische Keuper.

Er ist das oberste Glied des ganzen Keupersystems, umsäumt den fränkischen Jurastock und bildet das Fundament seiner untersten Stufe, des Lias. Der gelbe Keuper ist ein grob- bis feinkörniger, weißer, gelblichweißer, gelber, oft bräunlicher Sandstein und liefert vielfach ein vortreffliches Baumaterial. Er tritt in unserer Gegend vielfach zu Tage: im Schwarzachthale, von Pattenhofen und Burgthann östlich bis nach Rasch, um Altenthann, Winkelheid, in der sogenannten Röthenbachklamm, bei Leimburg rc. Da der Sandstein des gelben Keupers das auffallende Tagwasser leicht durchsickern läßt und unter ihm die undurchlässige Schichte des Feuerlettens liegt, so wird auf dieser das

Wasser gesammelt, das dann seitwärts in Form von Quellen, Weihern und Versumpfungen zu Tage tritt. Der Keuperletten bildet also einen konstanten Wasserhorizont, den ersten ständigen in unserem Gebiete. Auf dieser Schichte liegen z. B. die Sophienquelle bei Grünsberg, die Quellen von Burgthann und Pattenhofen, die Quellen des sog. Ursprungs bei Leimburg, welche die Stadt Nürnberg mit Wasser versorgen. In der unmittelbaren Umgebung von Altdorf haben zahlreiche Bäche dieses Quellenhorizonts in den weichen Sandstein des gelben Keupers sich tief eingenagt, wodurch zu beiden Seiten der Schwarzach, wohin diese Wasseradern münden, viele schattige Schluchten mit schönen Felspartien entstanden: rechts der Schwarzach die Wolfschlucht und Teufelskirche bei Grünsberg, die Löwengrube; links derselben Dockeles- und Teufelsgraben. Hier trägt der rhätische Keuper vielfach schon die Liasdecke über sich, bildet also nur das Material der felsigen Gehänge dieser Thäler und Schluchten. In seinen Sandsteinen und Thonschichten findet man häufig Pflanzenabdrücke und Gagatkohlen, auch Schwefelkieskrystalle (z. B. Teufelskirche) und patzenförmige Manganthone.

Verbreitung des Keupers in Bayern: Man vergleiche hierüber S. 68. — Nach vorstehender Übersicht entwerfe man einen Durchschnitt (ein Profil) durch die Keuperschichten!

Die Flora des Keupergebiets in der Umgebung von Altdorf. *α*) Die Flora der ausgedehnten Flächen des losen Sandbodens, der uns im Keupergebiet w. von Altdorf entgegentritt, ist stellenweise eine sehr kümmerliche und arme. Die Wälder (Reichswald) bestehen größtenteils aus Föhren, nur hier und da stellen sich Fichte, Tanne und Eiche ein. Den Boden bedecken Besenginster, Heidekraut (Calluna vulgaris), Heidelbeere, Preiselbeere (Vaccinium vitis Idaea), die grauen Polster der Renntierflechte (Cladonia rangiferina), Adlerfarn (Pteris aquilina) ꝛc. Andere Bewohner dieses Sandes sind: Grasnelke (Armeria vulgaris), Katzenpfötchen (Gnaphalium dioicum), Feld-Beifuß (Artemisia campestris), Knäuel (Scleranthus perennis), Jasione (Jasione montana), Spark (Spergula), zurückgekrümmte Fetthenne (Sedum reflexum) ꝛc. — *β*) In den schattigen Felsenschluchten des gelben Keupers (S. 89) findet man Bingelkraut (Mercurialis perennis), gefleckten Aron (Arum maculatum), Berg-Ehrenpreis (Veronica montana), Haselwurz (Asarum europaeum), Engelsüß (Polypodium vulgare), schwarzstieligen Streifenfarn (Asplénium Trichomanes), Buchenfarn (Phegopteris), sprossenden Bärlapp (Lycopodium annōtinum), Spring-Schaumkraut (Cardamine impatiens). — *γ*) Die feuchten Wände der Gustav-Adolf-Höhle im Burgsandstein bei Gsteinach bergen das gegenblättrige Milzkraut (Chrysosplenium oppositifolium).

II. Die Juraformation.

Wie schon S. 68 angegeben, unterscheidet man den schwarzen, braunen und weißen Jura.

1. Der schwarze Jura oder Lias.

Auf dem räthischen Keuper erhebt sich bei uns der Lias, der den Steilrand des Jura umsäumt und ein fruchtbares und romantisches Hügelland bildet. Die Höhe dieser Terrasse ist bei Altdorf 446 m, bei Oberferrieden 436 m. Der schwäbisch-fränkische Lias gliedert sich nach Gümbel wie folgt:

a) Unterer Lias. Dieser tritt in unserer Gegend nur vereinzelt auf und manche seiner Schichten, z. B. die unterste, die sog. Psilonoten-Bank[1]) fehlen ganz. Unter seinen übrigen Gliedern kommen hier vor (von unten nach oben):

1) Ein rostfarbener Eisensandstein, der viele grobe Quarzkörner enthält und in einer nur einige Meter mächtigen Lage auftritt.

2) Angulatenschichten[2]); sie sind dem vorigen aufgelagert und bestehen aus dünngeschichtetem, feinkörnigem Sandstein; bei Prackenfels.

3) Arieten[3])- oder Gryphäenschichten, aus harten, grobkörnigen, rostgelben Sandsteinen bestehend; bei Winkelheid. Versteinerungen des unteren Lias:

Am. (Schlotheimia) angulātus,
Am. (Arĭetites) Buchlandi (Bucklands Am.),
Gryphaea[4]) arcuāta (gekrümmte Greifmuschel),
Pholadomya glabra (glatte Rippenmuschel).

b) Mittlerer Lias: im ganzen gut und charakteristisch bei uns entwickelt. Seine Glieder sind:

1) Numismalismergel: ein weicher, gelblichgrauer Mergel mit eingelagerten blauen Kalksteinbänken. Versteinerungen:

Terebratŭla (Waldheimia) numismālis[5]) (Münzen-Terebratel),
Gryphaea cymbĭum (Kahn-Habichtsmuschel),
Pecten glaber (glatte Kammuschel).
Pentacrĭnus subangulāris (schwachkantiger Haarstern)[6]),
Belemnites paxillosus,
Bel. clavātus (keulenförmiger Bel.),
Ammonites striātus (gestreifter Am.),
Nautĭlus aratus (Schiffsboot),
Rhynchonella rimosa[7]).

---

1) Nach dem Ammonites psilonotus benannt, Fig. 15; psilōs, kahl. 2) Benannt nach Am. angulātus, dem Leitfossil; angulātus, eckig; Durchmesser bis 0,4 m. 3) Die Widderhörner (Arĭeten oder Arĭetiten) sind eine besondere Gattung der Ammoniten; der Rücken hat einen auf beiden Seiten durch 2 Furchen eingefaßten Kiel; dazu gehört z. B. Bucklands Ammonit, bis zu 0,4 m Durchmesser. 4) Von gryphus, Greif: man hielt früher diese Muschel für den Schnabel des fabelhaften Vogels Greif. 5) Von diesem Leitpetrefakt, einer rundlichen, platten Lochmuschel, kommt der Name. 6) Glieder mit 5 spatelförmigen Blättern auf den Gelenkflächen. 7) Gr. rhynchos, der Schnabel; rimosus, sehr rissig; den Terabrateln nahe stehend; bei den glatten Terabrateln ist die Schnabelschale

2) Amaltheen=Thone: meist blaudunkle, schieferartige Thone mit hellfarbigen, rundlichen oder glatten Mergelknollen (Geoden); Versteinerungen:

Ammonītes amalthēus [1]) (Amaltheenhorn),
Ammonītes costatus (geripptes Ammonshorn),
Plicatūla spinōsa (stachelige Faltenmuschel).

c) Oberer Lias: ebenfalls bei uns ziemlich verbreitet, namentlich die untere Stufe:

1) Posidonienschiefer [2]): ein fetter dunkelgrauer Mergel, sehr schön und dünn geschiefert (die Platten oft papierdünn); eingelagert sind diesen Mergeln harte, dunkle, bituminöse Kalksteinbänke (Stinksteine); eine charakteristische Erscheinung sind auch mächtige, ovale Geoden, die häufig eine Versteinerung enthalten, um welche sich der Mergel konzentrierte. Die Posidonienschiefer der Neumarkter Gegend werden zu Zement verarbeitet. Auf diese Schiefer folgt eine Bank von hartem, grauem Kalk, Monotiskalk [3]) oder Monotisplatte genannt. Diese Platten werden wegen ihrer Festigkeit häufig aufgesucht und als Mauersteine und zum Belegen von Wegen benützt (Steinbruch bei Rasch). Eigentümlich ist, daß in diesen Schichten häufig in Gagatkohle umgewandelte Stammesstücke vorkommen (bei Rasch). Versteinerungen:

Monōtis substriāta (feingestreiftes Einohr),
Riesige Saurier (Ichthyo- und Plesiosaurus),
Ammonītes commūnis (gew. Am.),
Amm. (Harpocēras) serpentīnus (schlangenart. Am.),
Belemnītes digitālis (fingerf. Donnerkeil).

2) Jurensis= oder Radiansmergel [4]): besteht aus dünnen Lagen eines grauen, schieferigen Thones oder Mergels, in denen man stellenweise sehr gut erhaltene, zum Teil verkieste und schön goldglänzende Ammoniten findet (Kanal, unweit Hausheim). Versteinerungen:

Am. (Harpocēras) radians,
Am. (Lytocēras) jurensis,
Belem. digitalis.

Überblick über die Verbreitung des Lias um Altdorf. Auf dem rhätischen Sandstein erheben sich in der hiesigen Umgebung die Liasbildungen, deren Mächtigkeit Professor Pfaff wechselnd auf 30—60 m schätzt. Sie sind von hier nach Osten bis Berg und Neumarkt zu verfolgen (Neumarkter Bucht des Lias). Aus dem welligen Hügellande des Lias tauchen zahlreiche, zum Teil beträchtliche liassische Höhen

---

am Schnabel durchbohrt, das Loch ist deutlich sichtbar; die Rhynchonellen haben dachförmige, meist knotige Falten, spitzen, nicht durchbohrten Schnabel.

1) Hievon der Name Amaltheen=Thon; dieser Ammonit ist flach scheibenförmig, der Kiel des scharfen Rückens besitzt doppelt so viele Kerben, als die Scheibe Sichelfalten hat. 2) Benannt nach einer Muschel Posidonĭa, die sich oft in großer Menge darin findet, den Kammuscheln verwandt. 3) Nach der kleinen Muschel Monōtis substriāta (feingestreiftes Einohr), deren Schalen massenhaft darin vorkommen. 4) Nach Ammonites jurensis und radians benannt, radians, strahlend.

auf, denen Dogger- und Malmschichten aufgesetzt sind, wie: Moritz- und Nonnenberg, die Höhen von Eismannsberg und Stöckelsberg, Dillberg rc. Sehr schön aufgeschlossen ist der Lias am Ludwigs-Donau-Mainkanal zwischen Dörlbach und Rasch, wo verschiedene Liasschichten, sehr reich an Petrefakten, bloßgelegt sind. Auch bei Berg, Neumarkt, teilweise auch am Fuße des Moritzberges finden sich gute Aufschlüsse; ebenso in den Steinbrüchen bei Möning und Berg. Aus einem Schichtenprofil, das Gümbel aus diesen Brüchen zusammengestellt hat, folgt, daß sich hier die meisten, der S. 90 u. 91 angeführten Liasschichten vorfinden und auf rhätischem Bausandstein ruhen. Im Bett der Schwarzach ist bei Rasch der unter dem Lias liegende Keuper bloßgelegt. — An manchen Stellen ist der Lias abgeschwemmt und die dadurch entstandene Mulde mit Sand ausgefüllt, wie z. B. s.ö. vom Ursprung, oder ganz mit Sand bedeckt (mächtige Lage von Flugsand bei Rötenbach, Hagenhausen). — Durch Verwitterung der liassischen Thone, Mergel und Sandsteine ist ein im ganzen sehr fruchtbarer Ackerboden entstanden, wie er sich auf der Hochebene von Altdorf (nach Osten, Norden und Süden), in den Fluren von Rasch, Dörlbach, Schwarzenbach, Hausheim, Berg, um den Moritzberg rc. findet.

Botanisches aus dem Liasgebiet. Der Lias (und der untere Dogger, der Opalinusthon) charakterisiert sich durch eine Lehmflora, von deren Vertreter, α) auf schwerlehmigen Äckern zu finden, angeführt seien: knollige Platterbse (Lathyrus tuberosus), Sommeradonis (Adonis aestivalis), kammförmiger Nadelkerbel (Scandix pecten veneris), breitblättrige Ackerdolde (Turgenia latifolia), möhrenartige Haftdolde (Caucălis daucoides). — β) In Gebüschen des Lias findet man: hohlen Lerchensporn (Corydalis cava), rauhe Nelke (Dianthus Armeria), Hügel-Erdbeere (Fragaria collina). — Auf den liassischen Böden in der Umgebung Altdorfs gedeiht vortrefflich der Hopfen.

2. Der braune Jura oder Dogger.

Dies ist die zweite Hauptterasse der Juraformation. Sie macht sich schon aus der Ferne kenntlich durch die gelbe, oft braune Färbung des Bodens, der an ihrem, oft plötzlich sich erhebenden Steilrand hervortritt (Felder von Hegnenberg, Pühlheim, Unterrieden, Hagenhausen, Grub). Die wichtigsten Glieder des Dogger sind nach Gümbel (von unten nach oben) folgende:

1) Die Opalinusschichten[1]): diese bestehen aus einer 20—30 m mächtigen Lage eines dunkelgrauen, zähen Thonmergels, der nach oben schieferig und rostfarbig wird, und bilden die unterste Lage des braunen Jura.

2) Die Personatensandsteine[2]), die den mittleren Dogger bilden. Sie sind feinkörnige, gelbe oder rostbraune Sandsteine mit

---

1) Nach Ammonites opalīnus benannt. 2) Der Name kommt von Pecten personātus (maskierte Kammuschel), einer Muschel von etwa 15 mm Größe, innen mit 11 Rippen, außen glatt, maskiert.

starkem Gehalt an Eisenoxydhydrat, und werden daher auch Eisensandsteine genannt. Ihre Farbe hat zur Bezeichnung „brauner Jura“ für die ganze Schicht veranlaßt. Wir begegnen den Personatenschichten, wenn wir von Altdorf aus einen einzelnen Berg (z. B. Ernhöfer Berg, Gnadenberg, Moritz- und Dillberg) oder das Plateau des Jura (z. B. über Unterrieden nach Eismannsberg) besteigen. Sobald man die sanfte Terrasse des Lias (z. B. bei Wellitzleiten) und Opalinusthones mit den dunklen Mergeln verläßt, steigt das Terrain oft plötzlich steil an, und weithin erscheinen die Felder und Wege mit rostfarbenem Sande bedeckt. Bald gelangen wir in einen Hohlweg, in dem wie zwei Mauern dieser Sandstein zu Tage tritt (bei Unterrieden, Pühlheim). Noch höher sehen wir ihn überall in Form dünn geschichteter Felsen von gelber, rotbrauner, selbst violetter Farbe hervorstehen. — Obgleich der Personatensandstein im allgemeinen leicht verwittert, ist er doch an einzelnen Stellen widerstandsfähiger und wird dann als Baumaterial verwendet. Bemerkt sei, daß die prachtvolle Kirchenruine zu Gnadenberg, ö. von Altdorf, aus solchem Eisensandstein besteht. — Da durch die zerklüfteten lockeren Sandsteine der Personatenschichten das Wasser sickert und sich auf den darunter liegenden undurchlässigen Opalinusthonen sammelt, so bilden diese einen konstanten Wasserhorizont, den zweiten unseres Gebiets. Auf diesem liegen z. B. die Quellen bei Pühlheim, des Ernhöfer Berges ꝛc. Werden die Opalinusschichten stark erweicht, so geben sie, von den darüber liegenden Sandsteinmassen gedrückt, zu Erdrutschen Veranlassung, was z. B. am Fuß des Moritzberges zu beobachten ist. — Im Gebiete des Personatensandsteins ist eine Höhle bei Weißenbronn, das sog. Heidenloch, sehenswert.

3) Die Ornatenthone[1]), das oberste Glied des braunen Jura. Sie bestehen aus einer Lage blaugrauer, oben grauschwarzer Thonmergel, die verwittert gelbgrau aussehen und eingelagerte oolithische Kalksteinbänke enthalten. (Steinbruch auf dem Ernhöfer Berg). Diese Schicht bildet wieder, da sie das Wasser, welches durch das vielfach zerklüftete Gestein des sie bedeckenden weißen Jura eindringt, sammelt und nicht durchläßt, einen konstanten Wasserhorizont, den dritten und zwar den mächtigsten unseres Gebiets. Die Quellen welche in diesem Horizonte dem Felsabhang entspringen, sind meist so mächtig, daß sie sogleich als Bach eine Mühle zu treiben vermögen, z. B. bei Oberrieden. An den meisten dieser Quellen bilden sich allmählich mächtige Kalktufflager, ein Vorgang, der auch in der Vorzeit in diesem Horizonte stattfand, wie die Kalktufflager links der Straße nach Oberrieden, bei Hagenhausen und Eismannsberg beweisen. In dem Gebiete des bezeichneten Quellenhorizonts sind auch hie und da hydraulische Widder angelegt, z. B. bei Eismannsberg, Winnricht ꝛc. Da, wo es nicht zur Quellenbildung kommt, markieren sumpfige Wiesenstellen diesen Wasserhorizont. Versteinerungen der Doggerregion:

Nucŭla Hammeri (Nuß-Muschel),
Pecten personātus (Masken-Kammuschel),

---

1) Leitfossil: Ammonītes ornātus, das gezierte Ammonshorn: von den feinen Rippen schwillt etwa der dritte Teil in der Mitte zu Knötchen an.

Belemnītes gigantēus (Riesenbelemnit),
Bel. canaliculātus (gefurchter Bel.),
Terebratula (Waldheimīa) perovalis (sehr länglich),
Ter. biplicāta (zweifaltige Ter.),
Rhynchonella quadriplicāta,
Trigonīa navis (Schiffs-Dreieckmuschel).

Botanisches aus dem Doggergebiet. α) Den Dogger bedeckt meistens Wald, der an trocknen Stellen aus Föhren, an feuchteren Lagen aus herrlichen Buchenschlägen besteht (Ernhöfer Berg, Hüttberg). Hier begegnet man ferner Pflanzen, die uns auch im Keuper entgegentraten: Heidekraut, Heidelbeeren, Färberginster (Genista tinctoria), Adlerfarn. Außerdem finden sich: weißliche Hainsimse (Luzula albida), Tauben-Skabiosa (Scabiosa columbaria), gemeines Hexenkraut: an feuchten Waldgräben (Circaea Lutetiana), gemeiner Andorn (Marrubium vulgare). — β) An nassen, sumpfigen Stellen des Doggergebietes: Frühlingsknotenblume (Leucojum vernum), Davalls Segge (Carex Davalliana), Wollgrasarten (Eriophorum), Frühlings-Enzian (Gentiana verna), gemeines Schilf (Phragmites communis), Elfenbein-Schachtelhalm (Equisetum Telmateja).

3. Der weiße Jura oder Malm.

Dieser erhebt sich über der Terrasse des Doggers und bildet die letzte und oberste Stufe des Jura. Unter seinen Gliedern treten in der hiesigen Gegend auf:

1) Eine etwa 20 m mächtige, wohlgeschichtete Bank eines graulichweißen, dichten Kalksteines, dem Ornatenthone unmittelbar aufliegend und weithin als steiler, weißer Staffelrand sichtbar. Dieser Kalkstein wird in zahlreichen Steinbrüchen (z. B. bei Oberrieden) gebrochen und als Bau- und Pflasterstein (Altdorfer Pflaster!), zu Trögen, Staffeltritten verwendet (Werkkalk).

2) Die sog. Schwamm- oder Scyphienkalke, die sich über den geschichteten Kalken erheben. Diese treten uns entgegen, wenn wir die letzte Kalkbank erstiegen haben und uns nun auf den höchst einförmigen, fast wagerechten, öden Hochebenen des Jura befinden (z. B. bei Oberrieden, Hegnenberg, Eismanns- und Stöckelsberg, auf dem Moritz- und Dillberg ꝛc.), und zwar in Form zahlloser, eckiger, beilförmiger, wie gebleichte Knochen erscheinender Trümmer, die Felder und Abhänge bedecken.

3) Der Franken- oder Felsendolomit, der die Zone der Schwammkalke überlagert und das Material der dem Juraplateau aufgesetzten Bergkuppen bildet; vereinzelt findet er sich hie und da auch schon in einer tieferen Zone, z. B. bei Eismannsberg, bei Trautmannshofen, auf dem Wolfstein ꝛc.; seine schönste Entwicklung ist bekanntlich in der fränkischen Schweiz. Der Dolomit ist ein feinkörniges, zuckerartig krystallinisches, nicht geschichtetes, löcheriges, wie zerfressen aussehendes Gestein, das sehr malerische Felspartien bildet.

Versteinerungen des weißen Jura:
Ammonītes biplex (gabelrippiges Ammonsh.)[1],
Amm. gigas (Riesen-Ammonshorn)[2],
Terebratūla impressa (eingedrückte Ter.),
Ter. bisuffarcināta (doppeltwulstige Lochm.)
Rhynchonella lacunōsa[3],
Cidāris coronāta (gekrönter Meerturban)[4],
Cidāris ēlegans[5] und nōbilis[6].

Überblick über das Vorkommen des Jura, insbesondere des Dogger und Malm in der hiesigen Gegend. Wie schon S. 91 ausgeführt wurde, erhebt sich auf dem welligen Hügellande der Liasterrasse in der Umgebung Altdorfs ein stattlicher Kranz liassischer Vorberge oft bis zu beträchtlichen Höhen. Einzelne derselben erscheinen, vom Hauptkörper des Jura abgetrennt, als inselartige Einzelkuppen, wie der Gnadenberg, der Moritzberg, „der Nürnberger Rigi" (599 m), der Nonnenberg, der Dillberg (600 m), der Tyrolsberg (675 m), der Möningerberg bei Möningen, der Buchberg und Wolfstein bei Neumarkt, die Sulzbürg und der Schlüpfelberg ꝛc.; andere treten als zusammenhängende Massen, als Hochebene auf, welche durch die Rinnsale von Flüssen und Bächen in einzelne Stöcke zerschnitten sind, wie das Plateau von Hegnenberg, Oberrieden, Eismannsberg, Stöckelsberg, Traunfeld ꝛc. Manche der genannten Höhen, wie der Gnadenberg, der Möningerberg, der Tyrolsberg, die Sulzbürg ꝛc., enden mit der Eisensandsteindecke des Doggers (es sind Doggerinseln); die Kuppen der anderen dagegen haben über der Doggerterrasse verschiedene Malmbildungen aufzuweisen (es sind Dogger-Malminseln), wie Ernhöfer Berg, Moritzberg (Werkkalke), Dillberg (Werk- und Schwammkalke), Schlüpfelberg ꝛc. — Über den Schichtenaufbau der Berge in unserer Nähe möge folgendes Profil (nach Gümbel) belehren (ist graphisch darzustellen):

Der Moritzberg weist von unten nach oben folgende Bildungen auf:

a) Schichten des Keupers:
1) Blasen- und Plattensandstein,
2) Burgsandstein,
3) Rote Zanclodon-Lettenschiefer,
4) Rhätischer Bausandstein;

b) Jurassische Bildungen:
5) Unteren, mittleren und oberen Lias[7],
6) Unteren Dogger oder Opalinusthon,
7) Mittleren Dogger oder Eisensandstein,

---

1) Mit scharfen, am Rande des Rückens sich gabelig oder zweispaltig teilenden Falten. 2) Bei diesem Ammonit, dessen Durchmesser über 0,5 m beträgt, verflachen die Rippen zu Wülsten. 3) Lückenhaft, vertieft. 4) Fast kugelig, Warzen, auf welchen die Stacheln standen, ziemlich groß. 5) Fein. 6) Edel, vornehm. 7) Der Lias dürfte hier eine Mächtigkeit von etwa 30 m haben.

8) Oberen Dogger, oolithische Schichten und Ornatenthon[1]),
9) Unteren Malmkalk.

c) Neuere Bildungen:
10) Quartäre Sand- und Kiesablagerungen.

Vorkommen des Jura in Bayern: man vergleiche hierüber S. 69.

Die Flora des Malm (Moritzberg, Ernhöfer Berg, Eismannsberg, Dillberg ꝛc.). Der weiße Jura ist durch eine charakteristische Pflanzenwelt ausgezeichnet. *α*) Die Wälder bestehen vorzugsweise aus Fichten, Föhren und Buchen; mehr vereinzelt finden sich dazwischen: Esche, Ahorn, Eiche, mehlige Eberesche (Sorbus Aria), Elsebeere (Sorbus torminalis), wolliger und gemeiner Schneeball (Viburnum Lantana und Opulus). In den Gebüschen findet man an vielen Stellen die Waldrebe (Clematis vitalba). Auf dem Boden dieser schattigen Laubwälder stellen sich ein: schöne Farne (z. B. der gelappte Schildfarn: Aspidium lobatum), prächtige Orchideen (wie: Frauenschuh: Cypripedium Calcēolus, Cephalanthera pallens und rubra), ferner die Schuppenwurz (Lathraea squamaria), Lerchensporn (Corydalis cava), Türkenbundlilie (Lilium Martagon). — *β*) An trocknen, kurzrasigen, teilweise mit Kalkgeröll bedeckten Abhängen: Küchenschelle (Anemone Pulsatilla), Färber-Hundskamille (Anthemis tinctoria), Waldanemone (Anemone silvestris), Sonnenröschen (Helianthemum vulgare), Schlutte (Physalis Alkekengi) mit ihrer scharlachroten Fruchthülle, Eberwurz (Carlina acaulis), Dosten (Origanum vulgare), Alant (Inula Conyza) ꝛc.

III. Die jüngeren Bildungen.

Hiezu sind zu rechnen:

a) Ablagerungen des Diluviums; solche sind:

1) Der feine gelbe Sand (diluviale Sand), der um Nürnberg, stellenweise auch bei Altdorf die Oberfläche bedeckt und sich im Reichswalde oft dünenartig anhäuft; neben diluvialen Überbleibseln enthält dieser Sand aber vorzugsweise jedenfalls die Verwitterungsprodukte des hier lagernden Stuben- und Burgsandsteines.

2) Manche Kalktufflager, z. B. das bei Oberrieden.

b) Ablagerungen des Alluviums; die bemerkenswertesten sind:

1) Die Kalktuffbildungen unserer Bäche, die aus dem Jura entspringen.

2) Moorbildungen, die an verschiedenen Stellen zu beobachten sind, in Teichen, Sümpfen ꝛc.

---

1) Der Dogger ist hier etwa 100 m mächtig.

Alphabetisches Register.

(Die Zahlen bedeuten die Seiten).

M.

N.

O.

P.

Qu.

Dieses Buch trägt den Anforderungen Rechnung, welche die neuere Pädagogik an den naturgeschichtlichen Unterricht stellt und will den H. H. Lehrern die Vorbereitung auf dieses Unterrichtsfach erleichtern. Es hat in der Fachpresse eine sehr günstige Aufnahme gefunden, dient bereits in vielen Schulen als Grundlage des naturgeschichtlichen Unterrichts, wurde u. a. von den Kgl. Regierungen von Mittelfranken, Schwaben und Neuburg und Unterfranken den Fortbildungskursen der Schuldienstexspektanten zum Studium pro 1893 empfohlen und **vom Hohen Kgl. Bayerischen Staatsministerium in das Verzeichnis der für Volks- und Fortbildungsschulen gebilligten Lehrmittel aufgenommen.**

Heilmanns Ratgeber .... Wir wünschten nur, daß jedes Kind in der vom Verfasser angegebenen Weise unterrichtet würde; der Erfolg würde nicht ausbleiben ....

Schulblatt für Thüringen und Franken .... Im ganzen genommen, müssen wir das Buch als ein sehr gutes bezeichnen und allen Volksschullehrern angelegentlichst empfehlen.

Schulblatt für Hessen-Nassau .... Ein vorzügliches Buch, das in jeder Schul- und in jeder Lehrerbibliothek einen Platz verdient ....

Fuß K., Lehrbuch der Physik und Chemie, ein Hilfsmittel für Lehrer und Lehrerinnen, 2,40 Mk.; zweite Auflage.

Pädagogischer Jahresbericht von Dr. Dittes .... Der Unterricht, in dem Geiste dieses Buches geleitet, kann nur von dem besten Erfolge gekrönt werden. Dr. Rothe.

Bayerische Lehrerzeitung, Nr. 21, 1893 .... Dieses Buch bietet sich dem Lehrer als durchaus zuverlässiger Führer und als vortreffliches Hilfsmittel zur Vorbereitung auf den Unterricht an und es läßt sich mit Sicherheit voraussagen, daß es sich zahlreiche Freunde erwerben wird ....

Die Natur, Nr. 34, 1893 .... Wir haben in diesen Blättern schon die erste Auflage dieses praktischen Buches mit Anerkennung begrüßt und die zweite Auflage ist noch besser geworden .... Das Buch ist ein vorzügliches, wie wir es von dem Verfasser nicht anders gewohnt sind ...

(Dr. K. Müller.)

In Bayern amtlich empfohlen (Ministerial-Blatt Nr. 30, 1893).

Fuß K., Kleine Naturlehre (Schülerbuch zum vorhergenannten Lehrbuch), 0,50 Mk.

Pädagogische Blätter für Lehrerbildung .... Das Büchlein ist vortrefflich ....

Literaturblatt für kath. Erzieher .... Kann als vortreffliches Lehrmittel empfohlen werden.

Pädagogium von Dr. Dittes .... Außer durch seinen präzisen Inhalt empfiehlt sich das Büchlein auch durch seine sehr nette Ausstattung.

Nürnberg, im Mai 1894.

Hochachtungsvoll

Die Verlagsbuchhandlung.